Geologie

der

Piz Lad – Piz Ajüz – Gruppe

Unterengadin

Inaugural-Dissertation
der philosophisch-naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Bern
zur Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt von
Georges Torricelli
von Lugano (Tessin)

BISCHOFBERGER & CO., BUCHDRUCKEREI UNTERTOR, CHUR

Geologie

der

Piz Lad – Piz Ajüz – Gruppe

Unterengadin

Inaugural-Dissertation
der philosophisch-naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Bern
zur Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt von
Georges Torricelli
von Lugano (Tessin)

BISCHOFBERGER & CO., BUCHDRUCKEREI UNTERTOR, CHUR 1956

Von der philosophisch-naturwissenschaftlichen Fakultät auf Antrag des Herrn Prof. Dr. *J. Cadisch* angenommen.

Bern, den 26. Mai 1955.

Der Dekan:
Prof. Dr. *W. Feitknecht*

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Sonderabdruck aus:

Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubündens
Band LXXXV

Inhaltsverzeichnis

Vorwort 5

Einleitung 6

Historisches 7

Übersicht 8

I. Teil: STRATIGRAPHIE

Allgemeines 10

Ophiolithe 11

Unterostalpin

Der Sedimentzug Val Torta - Chilchera Tudais-cha 13

Oberostalpin

Permo-Werfénien 17

Anisien 20

Ladinien 25

Carnien 27

Norien 37

Rhät 43

Lias bis ?Dogger 43

Malm 50

II. Teil: TEKTONIK

Übersicht 53

Tektonische Einzelbeschreibung des Gebietes zwischen Val d'Assa und Piz Lad 58

1. Mot Spadla Bella bis S-chaletta 58

2. Val d'Assa bis Höhenrücken Madals 61

3. Der Piz Ajüz zwischen Val d'Ascharina und Val Torta 64

4. Der Piz Lad 69

Ausblick 74

Anhang: Oberkreideforaminiferen im Bündnerschiefer von Raschvella bei Strada (Unterengadin) 77

Literaturverzeichnis 80

Verzeichnis der Abbildungen

Fig. 1 Geographische Lage des Untersuchungsgebietes 6

Fig. 2 Profilausschnitt aus dem Carnien der Nordseite des Piz Lad . . 32

Fig. 3 Ansichtsskizze der obercarnischen Schichtfolge an der Ostseite des Piz Lad 33

Fig. 4 Tektonische Übersicht der Piz Lad- Piz Ajüz-Gruppe 55

Fig. 5 Ansichtsskizze des Kessels von Munt Russenna 59

Fig. 6 Val S-chaletta 60

Fig. 7 Ansichtsskizze von Madals Südseite 63

Fig. 8 Piz Ajüz, Westwand: Überschiebungszone der Lad-Scholle . . . 67

Fig. 9 Schuppenbau der Lad-Scholle 71

Fig. 10 Ostseite des Piz Lad 73

Fig. 11 Mikrophotographien der Oberkreideforaminiferen aus dem Bündnerschiefer von Raschvella (Anhang) 79

Vorwort

Die vorliegende Arbeit wurde auf Anregung meines Lehrers, Herrn Prof. Dr. Joos Cadisch, Direktor des Geologischen Institutes der Universität Bern, nach kürzeren orientierenden Begehungen im Sommer 1949 begonnen. Im Herbst 1952 gelangten die Feldarbeiten zum Abschluß. Handstücke und Dünnschliffe sowie die Originalkarte sind als Belegsammlung im Geologischen Institut der Universität Bern deponiert.

Sowohl für die Einführung in das Dissertationsgebiet als auch für die Unterstützung während der Arbeit bin ich meinem verehrten Lehrer zu großem Dank verpflichtet.

Herrn Dir. Ing. Enzo Beneo vom «Servizio Geologico d'Italia», durch dessen Vermittlung ich die Bewilligung zur Begehung des italienischen Grenzgebietes erhielt, gilt mein ganz besonderer Dank.

Während meines Aufenthaltes im Unterengadin durfte ich vielerlei Hilfe und Unterstützung erfahren. Die österreichischen Zollbeamten waren mir in gewohnt liebenswürdiger Weise behilflich. Bei der Familie Grass in Strada fand ich liebenswürdige Aufnahme. Außer diesem Standquartier bot mir während längerer Zeit die mir von den schweizerischen Grenzwächtern sehr zuvorkommend überlassene Hütte auf Madals im Val d'Assa (2073 m) Unterkunft. In dieser Gegend kümmerte sich der Bergamasker Schafhirt Campigotto in rührender Weise um mich.

Mein Dank gilt auch Herrn Oberassistent Dr. H. Grunau sowie meinen Studienkameraden am Berner Geologischen Institut, insbesondere den Herren Dr. R. Gees, F. Allemann und G. Nicol, für Ratschläge und Austausch von Erfahrungen sowie meinem Gebietsnachbarn, Herrn Dr. G. Burkard, mit dem ich in unseren Gebieten verschiedene Exkursionen unternahm. Herrn Präparator A. Sommer bin ich für photographische Arbeiten und Herrn E. Lack für die Herstellung von Dünnschliffen verpflichtet.

Zum Schlusse danke ich meinen lieben Eltern herzlichst für die Ermöglichung des Studiums und der Ausarbeitung vorliegender Dissertation.

Die untersuchte Gebirgsgruppe liegt, wie Fig. 1 zeigt, im äußersten Osten des Kantons Graubünden, an der «Dreiländerecke» zwischen der Schweiz, Österreich und Italien. Der größte Teil des Arbeitsgebietes ist schweizerisches Territorium, ungefähr zwei Quadratkilometer sind italienischer Hoheitsbereich, und ein noch kleinerer Anteil ist zu Österreich gehörig.

Fig. 1. Geographische Lageskizze

Als topographische Unterlage stand mir die kurz vorher von der Eidgenössischen Landestopographie erstellte photogrammetrische Aufnahme 1 : 25 000 zur Verfügung. Der betreffende Abschnitt entfällt auf die Blätter 249 (Tarasp) und 249bis (Rèsia-West) der neuen Landeskarte. Sämtliche Ortsangaben und auch alle näheren Bezeichnungen beziehen sich auf diese Blätter.

Das Untersuchungsgebiet wurde wie folgt abgegrenzt: Von der Mündung des Val d'Assa bis Martina dem Inn entlang, von hier nach dem Dreiländer-Grenzstein bei Grava Lada längs der österreichischen

Grenze, weiterhin nach geologischen Gesichtspunkten um das Sedimentgebiet des Piz Lad herum, d. h. unterhalb der großen Schutthalden SW Mutzwiesen durch und längs des Weges W Kuffl nach Seslat zum Grenzstein 3 am Piz Lad. Weiter gegen Süden erstreckte sich die Kartierung nur bis an die auf schweizerischem Gebiete verlaufende Grenze zwischen Kristallin des Grenzgrates und Mesozoikum des Ajüz-Munt Russenna-Gebirges bis zur Inneren Scharte. Das untere Kuhtal, ausmündend ins obere Val d'Assa, und der Assabach bis zu seiner Mündung in den Inn bildeten die westliche bis südwestliche Abgrenzung des Gebietes.

Da eine Bearbeitung der basalen Bündnerschiefer und der Ophiolithe nur im Zuge einer gleichzeitigen Untersuchung der Nachbargebiete Erfolg verspricht, beschränkte sich die Untersuchung und Kartierung auf die ostalpinen Sedimente. Mit der Bearbeitung ihrer kristallinen Unterlage («Oberer Gneiszug») und den auf die ostalpinen Sedimente überschobenen altkristallinen Gesteinen der Ötztalmasse befaßt sich zurzeit im Auftrage der Schweizerischen Geologischen Kommission Herr Prof. E. Wenk in Basel.

Historisches

Die eingehendste frühere Beschreibung unseres Arbeitsgebietes veröffentlichte Walther Schiller im Jahre 1903 im Anschluß an seine Untersuchung der Lischannagruppe. In der älteren Literatur, die meist größere Gebietsteile betrifft, finden wir nur spärliche Angaben. G. Theobald war wohl der erste, der seine sehr guten Beobachtungen in seiner 1864 erschienenen geologischen Beschreibung von Graubünden etwas ausführlicher darlegte. 1909 veröffentlichten C. Tarnuzzer und U. Grubenmann eine neue Arbeit über das Unterengadin. Der erstgenannte Autor, dem die Untersuchung des sedimentären Anteils zugewiesen wurde, erhielt leider von W. Schiller's Monographie erst Kenntnis, als er seinen eigenen Text schon zum großen Teil fertiggestellt hatte. Dies war bedauerlich, da Tarnuzzer offenbar viel weniger Zeit auf die Begehung dieses Gebirgsteils verwendete als Schiller. Immerhin steuerte er aus dem weiteren Gebiet der Unterengadiner Dolomiten manche wertvolle Beobach-

tung bei. Im Jahre 1915 erschien das auch heute noch grundlegende Werk für eingehendere stratigraphische Arbeiten und Vergleiche, die «Monographie der Engadiner Dolomiten» von A. Spitz und G. Dyhrenfurth. 1922 veröffentlichte W. Hammer seinen Führer der Westtiroler Zentralalpen. Eine Exkursion ist dem nördlichen Teil unseres Gebietes gewidmet, und im Überblick äußert sich der bekannte Ostalpengeologe auch über das Unterengadin. Ein Jahr später erschienen seine Erläuterungen zu Blatt Nauders, in welchen verschiedene Hinweise und Beobachtungen über unser Gebiet angeführt sind. Schließlich sei noch auf die 1927 vom selben Verfasser veröffentlichten «Note illustrative della carta geologica del Passo di Rèsia» aufmerksam gemacht.

Weitere unser Gebiet nicht direkt berührende Arbeiten sind im Text erwähnt oder nur im Literaturverzeichnis aufgeführt.

Übersicht

Auf der Reise nach dem weltberühmten Kurort Scuol/Schuls betreten wir kurz vor dem malerischen Bauerndorf Ardez ein Gebiet, das von jeher auf die Geologen eine besondere Anziehung ausübte. Vor fünfzig Jahren hat Pierre Termier, der geniale Forscher, die Fensternatur des Gebietes erkannt, das sich in südwest-nordöstlicher Richtung auf einer Strecke von ungefähr 55 Kilometern bis Prutz im Oberinntal erstreckt. Das «Unterengadiner-Fenster» war entdeckt. Mit einer maximalen Breite von etwa 17 Kilometern gewährt uns diese langovale Erosionslücke einen tiefen Einblick in die Deckenfolge dieses Alpenteils. Im Fensterinnern erkennen wir in der mächtigen und noch wenig gegliederten Folge der sog. Bündnerschiefer samt zugehörigen Ophiolithen das am Aufbau der Westalpen maßgebend beteiligte Penninikum als tiefstes aufgeschlossenes Bauelement. In Mittelbünden bewirkt das axiale Einfallen westalpiner Elemente gegen Osten, daß dieselben unter die bei der Alpenbildung darübergeschobenen ostalpinen Massen eintauchen. Diese bilden zwischen Rheintal und Oberengadin zunächst einen stark ausgebuchteten, alsdann einen östlich der Julia in ungefähr N-S-Richtung verlaufenden Erosionsrand, der als Grenze zwischen West- und

Ostalpen aufzufassen ist. Östlich dieses Erosionsrandes der Ostalpen kommen westalpine Elemente nur im kleinen Fenster von Gargellen und im Unterengadinerfenster wieder zum Vorschein. Erst die in einer späten Phase der alpinen Orogenese entstandene Aufwölbung des Unterengadins schuf die Bedingung für die Entstehung dieses tiefgreifenden Erosionseinschnittes.

Das penninische Fensterinnere wird von den darüber geschobenen ostalpinen Elementen vollständig umrahmt. Dieser Fensterrahmen ist aber keineswegs einheitlicher Natur. Über seinen detaillierten Bau geben verschiedene Spezialarbeiten Aufschluß (Staub und Cadisch 1921, Cadisch 1951, 1953 mit tekton. Kartenskizze S. 413). Die Ansichten der verschiedenen Forscher, die sich mit diesem Problem befassen, gehen zum Teil noch beträchtlich auseinander. Dies wird verständlich, wenn wir bedenken, daß dieses Gebiet eine äußerst komplizierte Tektonik aufweist und in den Schichtfolgen Leitfossilien weitgehend fehlen.

Auf der Nordwestseite des Fensters besteht dessen Rahmen von Prutz bis Ardez aus der unterostalpinen Tasna-Decke und dem als höchstes tektonisches Element erscheinenden Kristallin der oberostalpinen Silvretta-Decke. Auf der Südwestseite des Fensters schaltet sich südlich von Ardez auf der rechten Seite des Inns über der Tasna-Decke und der Triasschuppe des Munt da la Bescha die Decke der Unterengadiner Dolomiten (Scarl-Decke) als dem Silvrettakristallin normal auflagernde Sedimentfolge über der nach NE an Mächtigkeit langsam abnehmenden Tasna-Decke ein. Vom Crap Putèr (südlich Tarasp) gegen NE bildet der schon aus der älteren Literatur bekannte, neuerdings als dem Silvrettakristallin zugehörig betrachtete Obere Gneiszug die normale Unterlage der Unterengadiner Dolomiten-Decke (H. Eugster, Geolog. Führer der Schweiz, Fasc. XIV). Diese baut die eindrückliche, schroffe Berglandschaft zur rechten Seite des Inntals mit den Dolomitbergen vom Piz Pisoc bis zum Piz Lad auf. Vom Val d'Ascharina an, gegen NE, besteht die Scarl-Decke aus zwei Untereinheiten. Ihre zusammenhängende Hauptmasse wird tektonisch durch die sich über ihr und unter dem Ötztalkristallin einschaltenden Triasmassen des Piz Ajüz- Piz Lad abgelöst. Nordöstlich des Piz Lad keilen die Sedimente beider Untereinheiten zwischen dem Oberen Gneiszug und dem Ötzkristallin aus, denn beiderseits der Reschenpaßfurche grenzen beide Kristallinmassen unmittelbar aneinander.

I. TEIL

STRATIGRAPHIE

Allgemeines

Der östliche Teil der Unterengadiner Dolomiten-Decke wird auch zwischen dem Val d'Assa und dem Piz Lad sowohl im Liegenden als auch im Hangenden von Kristallinmassen begrenzt. Der am Aufbau dieser Gebirge beteiligte sedimentäre Anteil ist der oberostalpinen Unterengadiner Dolomiten-Decke zugehörig. Diese zerfällt vom Val d'Ascharina an gegen NE in zwei Teile, indem sich über der an Mächtigkeit rasch abnehmenden Scarl-Decke eine weitere sedimentäre Masse einschaltet, welche die Piz Ajüz- Piz Lad-Gruppe aufbaut, die wir im Folgenden als L a d - S c h o l l e bezeichnen werden. Die Fazies dieser Großschuppe weist eine lückenhafte Sedimentfolge auf, die vom Permo-Werfénien bis ins Norien reicht. Diese Schichtreihe stimmt weitgehend mit der der Scarl-Decke überein. Aus diesem Grunde sehen wir uns veranlaßt, die Lad-Scholle als eine höhere Abspaltung der Unterengadiner Dolomiten-Decke anzusehen.

Zwischen dem Plattamalagranit als Liegendem und dem Oberen Gneiszug als Hangendem schalten sich einzelne kleinere Sedimentschuppen ein, deren Zugehörigkeit nicht sicher festgestellt werden konnte.

Eine sichere Altersgliederung der vorhandenen Gesteinsfolgen des bearbeiteten Gebietes, wie sie für den südwestlichen Teil der Decke der Unterengadiner Dolomiten schon vor geraumer Zeit aufgestellt wurde (besonders von Spitz und Dyhrenfurth 1915), ist im nordöstlichen Teil dieser Decke nicht möglich. In der benachbarten S-chalambert-Gruppe (Burkard 1953) sind die Mikrofossilien durch tektonisch bedingte starke Rekristallisation unbestimmbar. Beim Lesen von Schillers Arbeit (1904) erhält man leicht den Eindruck, daß Fossilien in unserem Arbeitsgebiete gar nicht so selten seien.

Man findet jedoch im Gebirge an verschiedenen Stellen bloß atypische, meist schlecht erhaltene Fossilreste. So mußte für die Zuordnung der verschiedenen Gesteinsstufen fast allein auf faziell-lithologische Kriterien abgestellt werden. Wir sind uns der Unsicherheit, die einer solchen Gliederung anhaftet, vollkommen bewußt. Sie macht sich besonders bei den mächtigen Dolomitfolgen der Trias bemerkbar, wo Dolomite verschiedenen Alters recht ähnlich aussehen können. Wenn zudem die Schichtfolge reduziert vorliegt und auch noch tektonisch verschuppt ist, so daß oft z. B. Dolomit auf Dolomit zu liegen kommt, kann eine Alterszuteilung oder Grenzziehung sehr schwer oder zumindest sehr fraglich werden.

Ophiolithe

Im Hangenden der Bündnerschiefer des Fensterinnern finden wir in unserem Arbeitsgebiet eine in ihrer Mächtigkeit schwankende Zone von basischen und ultrabasischen Gesteinen, wie Diabasen und Peridotiten (Serpentine). Sie bildet rechts des Inns die streichende Fortsetzung des «Serpentin»-Zuges der Plattamala, indem sie auf der rechten Talseite, erstmals im Val Torta NNE des Weilers Raschvella, wieder zutage tritt. Trotz vielen durch Schutt und Wald bedingten Unterbrüchen läßt sie sich in nordöstlicher Richtung kontinuierlich bis zur österreichischen Grenze und darüber hinaus bis Nauders verfolgen. Diese zwischen Bündnerschiefern im Liegenden und Kristallin im Hangenden eingelagerten Ophiolithe konnten aus bereits erwähnten Gründen nicht näher untersucht werden. Da sie aber auf den Zumarschwegen lagen und zudem im Gelände ziemlich markant hervortreten, wurden sie nach und nach mitkartiert. Wir überlassen es den Bearbeitern der Bündnerschiefer oder des Altkristallins, eingehendere petrographische Studien zu machen und beschränken uns auf einige Bemerkungen.

Unsere topographische Aufnahme 1 : 25 000 zeigt in der Abgrenzung keine großen Abweichungen von der Kartierung W. Schiller's. Wie damals üblich, hat dieser Geologe sämtliche einzelnen Aufschlüsse ungeachtet großer, nicht aufgeschlossener Flächen miteinander verbunden. Besonders auffällig tritt dies in Erscheinung beim Begehen des nördlichen Teiles des Val Torta und bei Chilchera Tu-

dais-cha, wo man des öftern im Walde die Aufschlüsse der Ophiolithzone nicht ohne weiteres findet.

Im Val Torta, im E von Mot, auf etwa 1410 m, treten an der rechten Bachseite Grüngesteine auf, die SCHILLER, als Fortsetzung des größeren Peridotit- (Serpentin-) und Diabasaufschlusses, der ungefähr 100 m tiefer links des Baches ansteht, als Serpentin kartierte. Das tektonisch mitgenommene und von Kluftflächen durchsetzte grünlich-braune Gestein sieht makroskopisch dem Serpentin täuschend ähnlich, ist aber ein Diabas. Dieser ist weiter oben, auf der nördlichen Bachseite, bis auf ungefähr 1420 m Höhe zusammenhängend verfolgbar. Von da an erscheint er in die darüberliegenden Gneise intrudiert. Schließlich sind nur noch einzelne Schollen, zum Teil mit sehr scharfen Kontakträndern, im Gneis zu erkennen. Eine solche, etwa einen halben Quadratmeter Fläche aufweisende Diabasscholle zeigt im Dünnschliff deutliche Intersertalstruktur. Die grünliche, sehr dichte Grundmasse besteht aus vollkommen saussuritisierten Feldspäten. Nachträglich gebildete Karbonatkristalle (wahrscheinlich Dolomit) wurden von Quarz verdrängt, der jetzt tektonisch vollkommen zertrümmert erscheint. Sulfiderz ist vorhanden. Das helle, graugrüne Gestein sieht sehr frisch aus. Es sei hier erwähnt, daß SCHILLER von 1470 m an aufwärts bis 1860 m das Val Torta nicht begangen hat. Er nahm an, es seien ausschließlich Gneise aufgeschlossen. Dem ist, wie HAMMER (1915) zeigte, nicht so. Ich stellte auch auf 1570 m, über den Gneisen, einen frischen, grünen basischen Granit fest. Wir befinden uns hier noch nicht im «Oberen Gneiszug», sondern in der Fortsetzung der unterostalpinen Plattamalagranit-Zone. Im Zusammenhang mit dem erwähnten Diabas treten im Val Torta kleinere Amphibolitlagen auf. Amphibolitische Gesteine finden wir auch bei Chilchera Tudais-cha SE P. 1669 im Wald am Rande der Schutthalde auf etwa 1730 m im Hangenden des Peridotits. Weiter östlich, der Grenze zu, schied schon SCHILLER die Diabase von den Peridotiten. Es ist wahrscheinlich, daß die genaue Bearbeitung dieses Ophiolithzuges eine eingehendere petrographische Unterteilung ermöglichen wird. Es ließe sich alsdann vielleicht feststellen, ob im Val Torta und auch an anderen Stellen verschiedenaltrige und in verschiedene Sedimentationsräume intrudierte Ophiolithe vorliegen oder ob diese als einziger Intrusiv-Komplex entstanden.

Unterostalpin

Der Sedimentzug Val Torta - Chilchera Tudais-cha

Das zwischen den Ophiolithen im Liegenden und den Sedimentmassen des P. Ajüz–P. Lad im Hangenden befindliche Kristallin bezeichnet W. Schiller (1906) als Gneis. Nordwestlich des Inns scheidet er den Granitklotz der Plattamala aus und erwähnt im Text, daß auch südlich des Inns, so im unteren Val Torta und am Wege Raschvella–Pramaran, bis etwa 1400 m Granit anstehe.

Auf Blatt Nauders nimmt Hammer (1923) eine Abgrenzung zwischen «Oberem Gneiszug» und den als Fortsetzung des Plattamala-Kristallins aufgefaßten Biotitgneisen mit granitisch-gabbroider Injektionszone vor (vgl. auch Hammer 1915a). Ungefähr ein Kilometer südwestlich der österreichischen Grenze schiebt sich zwischen den beiden Kristallinarten ein bereits von Schiller (1906) ausgeschiedener Sedimentzug ein, den Hammer zu den «grauen Bündnerschiefern» zählt. In seiner nordöstlichen Fortsetzung jenseits der Grenze bis zum Stillebach (Nauders) erkennt allerdings letzterer Autor (Hammer 1915b) darin eine «komplexe Zone», die aus grauen kalkigen Bündnerschiefern, bunten Bündnerschiefern und Trias bestehen soll. Staub-Cadisch (1921) erkennen in dieser «äußerst komplizierten Schuppenzone» Crinoidenkalke und -breccien (Kreide), Malm und Trias. Auf die tektonische Bedeutung dieses «oberen Bündnerschieferzuges» oder dieser «obersten Kreidezone» wird im zweiten Teil näher eingegangen.

Unsere Kartierung bestätigt, wenigstens zum Teil, die Behauptung von Staub-Cadisch (1921, S. 261 ff.), daß diese Trennzone im Kristallin nach SW durchgehen müsse, «wenn auch vielleicht nur als schmal gequetschtes Mylonitband». Tatsächlich wurden im Kristallin eine größere Sedimentlinse im Val Torta und ein winziger sedimentärer Aufschluß E Raschvella aufgefunden.

Am steilen Weg, der von Raschvella aus zunächst die ob dem Weiler aufragende Wand grünen Granits umgehend nach Pramaran führt, sind weiter oben altkristalline Schiefer aufgeschlossen. Im stark geneigten, mit Schutt und Blockwerk überstreuten Waldgehänge gewahren wir auf ca. 1370 m unterhalb des Weges zerfallendes Mauerwerk (Verbauungen?). Etwas weiter nördlich, auf 1385 m,

quert der Weg eine stark verquarzte, auffällige helle Gneisrippe. In ihrer unmittelbaren Nähe liegt unterhalb des Weges, etwa auf der Kote besagter Mauern, ein ungefähr $^1/_2$ Quadratmeter großer Aufschluß von z. T. ausgewalzten, rötlichen und grünlichen tonigen Schiefern und hellgelb-bräunlichen dolomitischen Kalken, die steil S fallen. Das rötliche, tonschieferähnliche Gestein ist eine Breccie aus gelblichen dolomitischen Kalkkomponenten und spärlichem rötlichem tonigem Zement. Da sich die rote Pigmentierung nicht nur auf die tonigen Partien beschränkt, wird der Anschein eines «rötlichen Tonschiefers» erweckt. In den dichten Komponenten sind spärliche, eckige und gerundete Quarzkörner eingestreut. Die hellen, gelbbräunlich anwitternden dolomitischen Kalke scheinen mit den Komponenten der Breccie identisch zu sein. In ihrer feinkörnigen Grundmasse liegen meist zackige Quarztrümmer, deren Größe (bis fast 1 mm) und Häufigkeit rasch zunehmen können. Verschiedene Quarzkörner sind zertrümmert. Feldspäte sind selten.

Es wäre nicht ausgeschlossen, daß man im schutt- und vegetationsbedeckten Hang auf weitere solche Aufschlüsse stoßen könnte. Die Möglichkeit, daß es sich um verrutschtes oder mit dem Gletscher transportiertes Material handelt, ist bei diesem schlechten Aufschluß wohl vorhanden, aber wenig wahrscheinlich, zumal ein tektonischer Schubspan an dieser Stelle erwartet werden könnte und in der Umgebung keine weiteren Sedimente gefunden wurden.

Der sich auf etwa 1600 m befindliche sedimentäre Aufschluß im Val Torta ist am bequemsten von Pramaran aus erreichbar, wenn man dem teilweise neu angelegten Holzfällersträßchen in nordöstlicher Richtung abwärts folgt. Die letzten 150 Meter bis zum Einschnitt des Tortabaches werden auf einem schwach markierten Pfade zurückgelegt, der auf ungefähr 1650 m beginnt und bis über die Sedimentwand hinunterführt. Der Bachlauf, vollständig im Kristallin eingeschnitten, beschreibt hier eine engere S-Kurve. Der etwa 100 m lange und maximal 10—12 m mächtige, ungefähr W—E verlaufende, im Mittel mit 60^0 nach SSE einfallende Aufschluß liegt gänzlich auf der linken (südlichen) Bachseite. Vom Bachbett weg folgen hangaufwärts zunächst grüner Granit (einige Meter), dann dunkelgrauer Schutt, und erst 10 Meter über dem Wasser stehen gelblichgrau anwitternde, auf der Bruchfläche dunkelgraue, plattige Kalkschiefer an, welche zum Teil zu dünnen Blättern verwalzt sind. In den

oberen Lagen schalten sich kleinkörnige glimmerführende, etwas karbonathaltige Quarzsandsteine ein. Am Kontakt zum hangenden Gneis treten wenig mächtige dunkelgrüne amphibolitische Gesteine auf, die oft infolge Tektonisierung wie Serpentin aussehen können. Sie gehören mit großer Wahrscheinlichkeit dem «Oberen Gneiszug» an. Ein Dünnschliff aus den «plattigen Kalkschiefern» zeigt, daß sehr feinkörniger kieseliger Kalk mit tonigen Häuten vorliegt.

Eine größere Sedimentschuppe finden wir bei Chilchera Tudais-cha. Sie zieht hangparallel auf ca. 1800 m bis über die Grenze bei Grenzstein 3. Ihr südwestlicher Aufschluß liegt auf 1800 m ziemlich genau über dem Punkt, wo der steile Weg nach Foppa-Sot (etwa 200 m SW des «T» von «Tudais-cha») rechtwinklig nach SW umbiegt. Die ungefähr 1 m mächtige und 3 m lange Linse besteht aus einem dunkelgrauen, z. T. massigen, hellbraun anwitternden Kalk, der nach oben und unten sehr rasch in einen grau-bräunlich anwitternden Sandstein mit gelbbraunen Dolomitkörnchen und feinen Glimmerschüppchen übergeht. Im Dünnschliff erkennen wir einen paralleltexturierten, glimmerführenden Quarzsandstein mit feinkörniger Grundmasse und zahlreichen kleinkörnigen Einsprenglingen. Dasselbe Gestein findet sich ca. 50 m nordöstlich auf gleicher Höhe und läßt sich über 300 m weit, unmittelbar am Fuße der großen Grava Lada-Schutthalde, verfolgen. Die ungefähr 15 m mächtigen Sedimente ruhen dem grünen Granitgneis auf und entsprechen den vorher erwähnten. Zuunterst liegt glimmerführender Quarzsandstein mit einer zentimeterdünnen, schwärzlichen Tonschiefer-Zwischenlage. Nach einigen Metern setzen die Kalkschiefer ein, welche hier eine starke Kleinfältelung aufweisen. Auf der Anwitterungsfläche ist oft eine rasche Wechsellagerung von grauen, schwach kalkigen Lagen mit braunen, zersetzten sandigen Lagen zu beobachten. Nach einer weiteren aufschlußlosen Strecke von 150 m treten die Kalkschiefer gegen NE wieder auf. Hier herrscht immer noch allgemeine SW-Streichrichtung mit einem durchschnittlichen südöstlichen Einfallen von 40°. 150 m westlich der Landesgrenze wird der Sedimentzug durch eine diskordante Einspießung andersartiger Gesteine unterbrochen, auf die weiter unten näher eingegangen wird.

Die Kalkschiefer des Sedimentzuges setzen sich gegen Nordosten mit annähernd gleicher Streichrichtung fort. Das Fallen pendelt bis

zur Landesgrenze um die Vertikale, wo sich bei Grenzstein 3 ein Südostfallen von 50–60° einstellt. Von hier weg läßt sich die Schieferzone auf österreichischem Gebiet zwischen Grün- und Schwarzsee bis östlich Riatsch in der Nähe der neuen Autostraße weiterverfolgen, wo ihre Fortsetzung vom Talschutt verdeckt wird.

Das Alter der oberhalb der Chilchera Tudais-cha und bis über die Landesgrenze hinaus auftretenden Sedimente läßt sich schwer festlegen. In den umkristallisierten Kalken konnten Spuren fraglicher Mikroorganismen und Radiolarienreste[1] aufgefunden werden. Wir vermuten, daß hier Kreide- oder Juragesteine vorliegen.

Wie erwähnt, stellen sich 150 m westlich der Landesgrenze lokale Komplikationen ein, die sich unter anderem durch Veränderungen und sogar Umkippen der Fallrichtung kundtun. Ein Bächlein, vom Sumpf zwischen Grenzstein 2 und 3 herkommend, fließt zwischen diesen Aufschlüssen hindurch (in der neuen Landeskarte oberhalb 1800 m mit Felszeichen angegeben). Beidseitig des Bächleins – ein Pfad läuft hier dem Bach entlang – stehen die Schichten beinahe senkrecht und streichen in WSW-Richtung mit diesem ungefähr parallel. Der 20–30 m mächtige Komplex besteht zur Hauptsache aus bräunlich bis rotbräunlich anwitterndem, glimmerhaltigem, fein bis mittelkörnigem kalkigem Quarzsandstein[2], der kohlig-tonige schwarze Schmitzen und Eindrücke aufweisen kann. Beim Betrachten der auffällig gröber ausgebildeten Partien in Bachnähe hat man den Eindruck, Teile eines tektonisch überarbeiteten Gneises vor sich zu haben. Beim Anschlagen zerfällt das grobe gneisartige Gestein nach den Schieferungsflächen oder zu Grus. Übergänge zu den erwähnten, gleichfarbig anwitternden, aber feiner ausgebildeten glimmerführenden geschichteten Quarzsandsteinen scheinen vorhanden zu sein. Das Aussehen dieser psammitischen Gesteine («Gneis» und scheinbar dazugehörige Quarzsandsteine) erinnert stark an unterostalpinen Flysch. Die Beziehungen zwischen dem fraglichen Gneis und den ihn begleitenden Quarzsandsteinen konnten nicht sicher ermittelt werden. Es stellt sich die Frage, ob der «Gneis» rein tekto-

1 Im Dünnschliff konnten kleine, durch Eisenoxyd braunschwarz gefärbte Bruchstücke von wahrscheinlich aufgearbeiteten Radiolarien erkannt werden. Es sind Fragmente eines gewölbten Skelettes mit regelmäßiger Gitterung. Der Durchmesser der runden Poren beträgt 3–3½ μ.

2 Unter dem Mikroskop lassen sich in diesem Gestein noch Feldspat, z. T. umgewandelt, und Serizit erkennen.

nisch als Keil in diese Lage gekommen ist, ob er von Anfang an z. B. als Substratum der ihn jetzt umgebenden Sedimente vorhanden war oder ob er in diese einsedimentiert wurde. Im Norden stößt der Komplex mit seinen feiner ausgebildeten Partien an die grauen, z. T. quarzsandigen Kalkschiefer des Sedimentzuges, welche hier in gleicher Weise steilgestellt sind. Im Süden verdeckt Vegetation die Grenzen zum Sedimentzug oberhalb der Chilchera Tudais-cha.

Wir betrachten den ganzen erwähnten Komplex als eine Einspießung in den beschriebenen Sedimentzug. Wie bereits erwähnt, könnte es sich um Flysch handeln. Untertriasisches oder permisches Alter desselben scheint wenig wahrscheinlich.

Oberostalpin

Permo-Werfénien

Da sich in unserem Gebiete die wenig mächtigen Verwitterungsprodukte des Perm und der untersten Trias selten voneinander trennen lassen und einer Grenzziehung zwischen beiden sehr problematischer Wert beizumessen wäre, wenden wir zweckmäßig für diese Ablagerungen den Ausdruck Permo-Werfénien an. Fossilien fehlen gänzlich, die Einreihung dieser Gesteine beruht somit ausschließlich auf lithologischen und stratigraphischen Merkmalen und auf Vergleichen mit den Nachbargebieten.

Wie in der S-chalambertgruppe (Burkard 1953), liegen Sedimente vor, die sich lithologisch als Verrucano und Buntsandstein bezeichnen lassen. Auf der Ostseite des Piz Lad treten Gesteine auf, die faziell den Campiler Schichten entsprechen.

Val d'Assa–Val d'Ascharina. Im Val d'Assa, etwas oberhalb P. 1684 und bis P. 1840 (Funtana Chistaina), ist beidseitig des Bachbettes die kristalline Unterlage verschiedentlich aufgeschlossen. Es sind dies Augengneise, die vielenorts typische Anzeichen permischer Verwitterung zeigen. Die Grenze zu den darüber folgenden, gröberen Arkosen und Konglomeraten des Verrucano ist sehr oft ziemlich schwer zu ziehen. Da diese Aufschlüsse im Val d'Assa in der Arbeit von G. Burkard (1953) eingehend behandelt sind, wird auf eine weitere Beschreibung derselben verzichtet. Es sei nur erwähnt, daß

wenigstens ein Teil des «gneisartigen Verrucano» nach unserer Auffassung noch als Gneis anzusprechen ist. Grobklastische Sedimente sind eher selten. Ob gewisse Lagerungsdiskordanzen stratigraphischer oder tektonischer Art sind, kann, nicht zuletzt infolge schlechter Aufschlußverhältnisse, nicht festgestellt werden.

Die roten und grünen glimmerhaltigen und hellen Quarzsandsteine des Buntsandsteins sind an verschiedenen Stellen dem östlichen Bachufer entlang und im bewachsenen Hang von 1720 m bis 1820 m in kleinen Aufschlüssen anzutreffen. Die Gesamtmächtigkeit des Permo-Werfénien schwankt stark; sie dürfte maximal 10 bis ? 20 m betragen. Im Val S-chaletta steht auf der S-Seite von ca. 1715 bis 1760 m meist an der Waldgrenze oder im Wald, auf der N-Seite nahe dem Bach von 1715 bis 1740 m, Buntsandstein an. Auf der S-Seite ist es meist feinbankiger, graugrünlicher Quarzsandstein mit Einstreuungen von einigen millimetergroßen, zuweilen rötlichen Quarzkörnern und wenigen, sehr feinen Glimmerschüppchen. Auf der rechten Talseite wiegen grünliche und rötliche, tonigsandige Schiefer mit Glimmerschüppchen vor. Das Gestein ist hier zum Teil stark tektonisiert.

Schutt und Vegetation verdecken im untersten S-chaletta-Tal weitgehend das Anstehende.

Weiter im N kommt Buntsandstein erst im Val d'Ascharina vor, ungefähr 600 m östlich (d. h. bergwärts) des Zusammenflusses der Assa und der Ascharina auf der südlichen Talseite auf 1670 m, ca. 50 m über dem Bach. Rotvioletter und grünlicher Quarzsandstein ist in der Runse einige Meter mächtig aufgeschlossen.

Padavanna-Sassalm. Die streichende Fortsetzung des Permo-Werfénien tritt erst im felsigen, wilden und schwer zugänglichen Gebiet von Padavanna und Sassalm wieder zutage. Im Kessel 250 m NE der Lichtung Chavradüra liegen gute Aufschlußverhältnisse vor. Über dem Gneis, der auf der S-Seite eine örtliche Einlagerung von grünem, stark verwalztem Gestein (? Amphibolitlinse) aufweist, folgt auf der N-Seite auf etwa 1870 m grobkörniger grüner oder violetter Buntsandstein. Dieser geht, bald feiner werdend, in einen braun anwitternden, deutlich gebankten, glänzend schwarze Tonhäute führenden, zum Teil schiefrigen, sehr feinkörnigen Quarzsandstein mit kieseligtoniger Grundmasse über (Tonsubstanz stark serizitisiert), welcher den Übergang zum hangenden anisischen Dolomit bildet. Das

Permo-Werfénien ist weiterhin in den wilden Tobeln des P. Ajüz-Westfußes anzutreffen. Von etwa 1900 m bei Padavanna erreicht es bis über 2100 m Höhe im Sassalm. Seine schwankende Mächtigkeit, die zum großen Teil wohl primärer Natur ist, wird in diesem Gebiet durch die Tektonik verstärkt. Verschuppungen, Verbiegungen und Verwerfungen sind öfters anzutreffen. Im oberen Sassalm liegen die Sedimente dieser Stufe, zum Teil durch eine Verwerfung bedingt, etwa 50 m tiefer (etwas über 2000 m) als es die normale, allgemeine streichende Fortsetzung erwarten ließe. Dadurch wird an dieser Stelle eine größere örtliche Zunahme der Mächtigkeit vorgetäuscht.

Die violetten und grünen Quarzsandsteine stehen weiter nördlich noch an einigen Stellen an. Der letzte Aufschluß in dieser Gegend des P. Ajüz befindet sich auf etwa 2090 m in der Runse, welche westlich Mot da Müs-chel den Weg Sassalm–Pramaran bei P. 1840 kreuzt.

Am *westlichen Abhang des Piz Lad* verzeichnet SCHILLER auf seiner Karte einen länglichen Aufschluß von Casannaschiefer, Buntsandstein und Raibler. Wir sehen im größten Teil dieser Gesteine carnische Sedimente, erwähnen aber hier diese Vorkommen, weil es nicht ganz ausgeschlossen ist, daß in diesem an Überschiebungen und Einschuppungen reichen Gebiet auch Sedimente des Permo-Werfénien vorhanden sein können, so zum Beispiel eine kleinere Linse eines grünlichen, glimmerhaltigen Quarzsandsteines auf der Kesselnordseite des nördlichen Astes im Val Torta auf etwa 2220 m Höhe.

Auf der Südseite und etwas höher ragen aus dem Schutt wenige Meter eines graugelblichen, quarzhaltigen, dolomitisch-kalkigen Sandsteines, der sehr wohl den weiter unten angeführten karbonatreichen Vorkommen der Lad-Ostseite entsprechen könnte. Beide Aufschlüsse liegen auf der Haupt-Überschiebungslinie der Lad-Schuppe; das Liegende bilden mächtige Schiefermassen (Lias?), das Hangende carnische Dolomite.

Nord- und Ostseite des Piz Lad. In Nähe der österreichisch-italienischen Grenze ist Permo-Werfénien 400 m östlich von P. 2196 und etwa 50 m südlich der Grenze isoliert aufgeschlossen. Unterhalb des Weges auf 2030 m steht ein hellbräunlich anwitternder, quarzführender dolomitischer Sandstein mit feinen Glimmerschüppchen an.

Südlich von «Kuffl» steht eine verlassene Militärkaserne an einem ca. 100 m² großen Seelein, das von einer ergiebigen Quelle

gespiesen wird. Ein von Süden kommendes, gut ausgebautes Sträßchen endigt hier. Ungefähr 100 m südlich, unmittelbar am westlichen Straßenrand, stehen auf etwa 1970 m wiederum quarzführende, etwas kalkig-dolomitische Sandsteine, die gelbbräunlich anwittern, an. Die Fortsetzung dieser Gesteinslage befindet sich südwestlich davon, in 2000 m Höhe, am Weglein, das, vom Sträßchen abzweigend, nach P. 2196 führt. Das hier braun anwitternde Gestein ist z. T. verschiefert und führt zuweilen glänzende Glimmerlagen auf den Schieferungsflächen. 150 m in südwestlicher Richtung steht in etwa 2100 m Höhe, als letzter sedimentärer Aufschluß an der Grenze gegen das Kristallin im S nochmals Permo-Werfénien an. In einer ungefähr West–Ost verlaufenden Mulde treten aus der spärlichen Schuttbedeckung, von 2070 bis über 2100 m, verschiedentlich grau bis bräunlich und rostbraun angewitterte, im Bruch hellgraue, quarzsandige, leicht kalkige Dolomite[3] hervor, zuweilen mit sichtbaren feinen Glimmerschüppchen. Sie sind steilgestellt, und ihre Lagerung ist tektonisch stark gestört als Folge der sehr nahen An- und Überschiebung kristalliner Gesteine. Ihre Mächtigkeit dürfte 10—20 m betragen. Diese karbonatreichen Vorkommen der Lad-Nordost- und -Ostseite möchten wir in fazieller Hinsicht dem Campiler Niveau gleichstellen. Auch hier vermitteln diese Sedimente an verschiedenen Stellen den Übergang zum hangenden Anisien. Nirgends konnten auf der Lad-Ostseite, auch nicht im Schutt, die typischen rötlichvioletten und grünlichen Quarzsandsteine des Buntsandsteins, welche normalerweise die unteren Lagen des Permo-Werféniens bilden, nachgewiesen werden.

Anisien

Setzen sich die Sedimente des Permo-Werféniens zum größten Teil noch aus festländischen Ablagerungen zusammen, so tritt in der anisischen Zeit ein vollständiger Wechsel der Ablagerungsbedingungen ein. Das Meer bedeckt den Raum, wo von nun an vorwiegend Kalke und Dolomite abgelagert werden. Die langandauernde Triasinundation hat begonnen. Die Gesteine des Ani-

[3] Unter dem Mikroskop ist neben Quarz und Karbonat noch Plagioklas, Muskovit und Serizit erkennbar.

sien, die am Aufbau des Gebietes beteiligt sind, erlangen meist keine bedeutende Mächtigkeit. Zudem sind sie, im Gegensatz zu benachbarten Gebieten (Engadiner Dolomiten, Jaggl beim Reschensee), allzu oft recht atypisch ausgebildet, wie in der S-chalambert-Gruppe (Burkard 1953). Nur im Gebiet der Lad-Schuppe, und zwar im Osten derselben, treten sie in einiger Mächtigkeit und in mehr oder weniger charakteristischer Fazies auf, wie weiter unten erläutert wird.

Die recht erhebliche Mächtigkeit der in Schiller's Karte (1904) als Muschelkalk ausgeschiedenen anisischen Sedimente muß bedeutend vermindert werden. An vielen Stellen liegen die Kalke und kalkigen Dolomite unmittelbar der kristallinen Unterlage auf. Die Zuweisung solch atypischer Gesteinsfolgen zum Anisien, nur weil sie als erste Karbonate über dem Kristallin folgen, ist in einem an Überschiebungen und Verstellungen so reichen Gebiet nicht zulässig. Die Festlegung der Hangendgrenze zum Ladinien bereitet, der erwähnten Ausbildung wegen, ebenfalls erhebliche Schwierigkeiten. Wo das Fehlen des Permo-Werféniens auf der unregelmäßigen Unterlage festgestellt wurde, konnte nicht entschieden werden, ob dies Gründen der Nichtablagerung oder der späteren erosiven oder tektonischen Beseitigung zugeschrieben werden muß.

Im *Val d'Assa* tritt Anisien an verschiedenen Stellen, stets nahe dem Talboden, zum Teil direkt über dem Permo-Werfénien auf. Um eine Wiederholung der Beschreibung der dunkelgrauen, orangebraun anwitternden rekristallisierten Kalke und Dolomite in der Umgebung der Funtana-Chistaina zu vermeiden, wird, wie für das Permo-Werfénien dieses Talstückes, auf die Arbeit von G. Burkard hingewiesen.

Zur Vervollständigung seien nur einige sehr kleine Aufschlüsse eines gelbbraun anwitternden, hellgrauen, zum Teil sehr leicht kalkigen dichten Dolomites mit wenigen blaßrötlichen Flecken angeführt, die in der Karte wegen der Kleinheit nicht eingetragen werden konnten. Sie befinden sich auf etwa 1800 m Höhe im bewachsenen Hang gegenüber der Funtana-Chistaina als Hangendes des Permo-Werféniens. Im Unterlauf der S-chaletta am Fuße der großen Schutthalde von Madals, beidseitig des Tales auf ungefähr 1770/80 m Höhe, stehen grau bis hellbraun anwitternde graue, schwarze und braune dünngebankte, klingende Kalke an. Weiter

talwärts, gerade nach dem Zusammenfluß der Bäche (Assa und S-chaletta), befinden sich weitere kleine Aufschlüsse. Erst gegenüber dem Fuße der großen Fuschna-Schutthalde auf der rechten Seite des Assatales, wo die Sedimentfelsen am tiefsten bis zum Bache hinabreichen, tritt Anisien wieder auf als deutlich gebankter, graubräunlich anwitternder, schwarzgrauer Kalk. Er bildet hier eine kleine, gegen N überkippte Synklinale, deren Scheitel unter dem Bachschutt verborgen bleibt. Nordöstlich davon, auf etwa 1600 m Höhe, kommen die Sedimente dieses Aufschlusses bis auf einige Meter an das liegende Kristallin heran, ohne irgendwelche stärkere tektonische Beanspruchung zu zeigen. Eine kleinere Überschiebung bildet ihre fragliche Grenze zu den darüberliegenden, bereits dem Ladinien zugewiesenen Kalken und Dolomiten.

Weiter nordöstlich und bis über das Ascharinatal hinaus sind keine nennenswerten Aufschlüsse von Anisien mehr vorhanden. Wo diese zu erwarten wären, verdecken meist Schutt und Vegetation das Anstehende. Möglicherweise gehören einzelne tiefstgelegene Aufschlüsse südöstlich und östlich der Lichtung Chavradüra noch zum Anisien.

Im Gebiete von *Padavanna und Sassalm* kann wieder einigermaßen sicheres Anisien verzeichnet werden. Im schon erwähnten Kessel, 250 m NE der Lichtung Chavradüra, geht der sehr feinkörnige Quarzsandstein des oberen Permo-Werféniens nach oben in einen im Bruch dunkelgrauen kristallinen Dolomit über (einige Meter), der seinerseits von grauem, feinbrecciösem, mit feinen Kalzitadern ausgeheiltem Dolomit überlagert wird, welcher den tieferen ladinischen Dolomiten recht ähnlich ist. Erst weiter nördlich oberhalb Padavanna besteht der untere Teil der oft senkrechten Felswände aus einem hellgrauen, zuweilen etwas bräunlichen, dichten und hellbraun anwitternden Dolomit. Im großen, steilen und stark verschütteten Bacheinschnitt südlich Sassalm, von etwa 2100 m Höhe an, sind die gelblich anwitternden anisischen Dolomite verschiedentlich aufgeschlossen. Die im Bruch hellgrauen, teilweise rosarot gefleckten, dichten Dolomite gleichen in auffallender Weise den aus dem Val d'Assa bereits beschriebenen Gesteinen. Die schätzungsweise 20—30 m starke Schichtfolge wird oben unvermittelt von einem grauen, tektonisch mitgenommenen Dolomit abgeschlossen, welcher bis in den unteren Teil der Wände der Ajüz-Westseite ver-

folgt werden kann und bereits dem Ladinien angehört. Solche dichte, hellgrau bis leicht rosafarbige Dolomite sind verschiedentlich auch im Carnien angetroffen worden, jedoch ohne die starke gelblichbraune Anwitterungsfarbe.

Das nunmehr beschriebene Anisien wird weiter nördlich in den Felswänden des Mot da Müs-chel immer schwerer erkennbar, da es von einem grauen, indifferenten, tektonisch zerfallenden Dolomit abgelöst wird. Es ist nicht ausgeschlossen, daß einzelne Dolomitvorkommen im obersten *Val Torta und auf der Westseite des P. Lad* dem Anisien angehören. Da aber dieses Gebiet mannigfaltige tektonische Komplikationen aufweist, ist eine stratigraphische Eingliederung der verschiedenen, jetzt als Schuppen vorliegenden und durcheinander geratenen Sedimentpakete nicht durchführbar.

An der *Lad-Ostseite* mußte ein größerer Komplex, namentlich in seinem oberen Teil, mangels gegenteiliger Beweise dem Anisien zugeordnet werden. Über den faziell den Campilerschichten gleichgestellten karbonatischen Quarzsandsteinen folgen graue, zuweilen leicht rötliche, rekristallisierte, plattig brechende Kalke. Sie bauen von etwa 2000 m Höhe an den größten Teil der oberhalb Tendershof und Kuffl sichtbaren Felswände auf. Am Weg, der an der Kaserne, 200 m südwestlich Kuffl vorbei, unter diesen Aufschlüssen in NNW-Richtung durchführt, sind diese Gesteine öfters gut zugänglich (siehe Fig. 10). Etwa 250 m NNW besagter Kaserne, am Weg, enthält der graue, leicht rötliche Kalk stellenweise viele bis einige Millimeter große Echinodermen-Stielglieder. Nach Schiller (1904) sollen es Encrinusstielglieder sein, die er sowohl in den rötlichgrauen Kalkschiefern als auch im Dolomit gefunden hat, und zwar bis zu einer Größe von 8 mm Durchmesser. Die Tatsache, daß diese Fossilien sowohl im Dolomit als auch in den rötlichen Kalkschiefern vorkommen, beweist nach diesem Autor, daß es sich nur um Muschelkalk-Fossilien handeln kann! Er erwähnt selber, daß er keine anderen typischen Muschelkalk-Fossilien hat finden können. Echinodermen-Stielglieder und sogar Encrinus-Stielglieder (ausgenommen *E. liliiformis* Schloth.) sind aber keine Anisien-Leitfossilien. Wenn wir diese Schichten dem Anisien zuordnen, geschieht dies vor allem aus lithofaziellen Gründen. An Stelle des hellgrauen, leicht rötlichen Kalkes tritt im Norden ein dichter, dunklerer, graublauer, bräunlich anwitternder, plattiger bis bankiger Kalk auf. 300 m ESE

P. 2196 oberhalb des Weges ist dessen sehr feine Lagerung gut erkennbar, trotzdem er tektonisch stark zerrüttet ist und in kleinere kantige Stückchen zerfällt. Wo die Landesgrenze NE P. 2196 eine markante Einbuchtung auf italienischem Boden aufweist, treten in Nähe von deren nördlicher Ecke (240 m NNE P. 2196) die kalkigen, in den oberen Teilen mehr dolomitischen Sedimente des Anisien letztmals auf. Oberhalb Kote 2140 gehören die kleineren Aufschlüsse des grauen, kristallinen Dolomites möglicherweise bereits der ladinischen Stufe an. Die mutmaßliche Hangendgrenze des Anisien kann auf etwa 2140 m Höhe gezogen werden, konform mit den im allgemeinen mit 30–60° SW einfallenden Schichten. Die oberen Teile dieser Stufe können durch Dolomitzunahme als meist bankiger und hellgrauer dichter Dolomit ausgebildet sein, wie dies am oberen Weg westlich Kuffl beobachtet werden kann.

W. Schiller läßt in seiner Karte den Muschelkalk an der Lad-Südseite bei Seslat noch ziemlich weit nach Westen als immer schmaler werdenden Streifen unter dem Kristallin auskeilen, was tektonisch sehr wohl möglich wäre. Tatsächlich schauen unter dem teilweise geringmächtigen Schutt verschiedentlich rötliche Kalkschiefer hervor, so z. B. (unmittelbar nördlich des Wortes «Seslat») auf etwa 2300 m und höher. Mindestens so häufig ist aber ein grauer indifferenter Dolomit. Etwas nördlich der Wegabzweigung, auf 2170 m, steht als erstes Sediment am Weg wenig rosaroter Kalk an, SSW fallend, und von grauem, zerfallendem Dolomit unterlagert, der in die ähnlich gerichteten carnischen Schichten überleitet. Es besteht die Möglichkeit, daß dieser rosarote Kalk (der in genau gleicher Ausbildung auch als Linse auf dem Lad-Grat bei P. 2745 vorkommt), dem mächtigen und wechselvoll ausgebildeten Carnien angehört. Die Zuweisung Schiller's zum Muschelkalk darf jedoch nicht ganz abgelehnt werden; die Vorstellung, daß es sich um den überkippten Schenkel einer Synklinale handeln soll, müßte aber zugunsten einer vom Kristallin mitgerissenen Schuppe aufgegeben werden. Für die Lad-Ostseite dürfte die maximale Gesamtmächtigkeit des Anisien 200 Meter nicht erreichen. Als Ganzes genommen, entspricht die Ausbildung des Anisien im untersuchten Gebiete am besten der «kalkreichen Entwicklung» (Scarler Fazies) von Spitz und Dyhrenfurth. Mit dem Muschelkalk des Jaggl (Hammer, 1911) besteht auch einige Übereinstimmung, namentlich mit den rötlichen, dünn-

tafeligen Kalken, die in klirrende Tafelscherben zerfallen. Es fehlen dagegen die Knollenkalke, der graue Encrinitendolomit, die Rauhwacke und der Gips. An der Westseite des P. Lad, nahe der Hauptüberschiebung, SE P. 2096, fand ich im Schutt ein Stück grauen Kalkes, der voll Echinodermen-Stielglieder (bis 7 mm Durchmesser) ist. Etwas höher, oberhalb des grünen und roten Raiblersandsteins, konnte eine Lage eines etwas helleren, leicht kalkigen Dolomites mit den genau gleichen Fossilien anstehend nachgewiesen werden. Es wäre nicht ausgeschlossen, daß hier noch eine eingeschuppte Lage Anisien vorliegen würde. Weiterhin sei auf ein winziges und einziges Vorkommen von Rauhwacke im Dolomit des Grenzgrates am P. Lad bei Grenzstein 2, in unmittelbarer Nähe der Ötztalkristallin-Überschiebung, hingewiesen.

Ladinien

Die Gesteine dieser Stufe bilden vom Val d'Assa bis zum Val Torta meist die tiefstgelegenen und auf längeren Strecken durchgehend verfolgbaren Felswände. Aus den anisischen Kalken und Dolomiten entwickeln sich allmählich plattige bis dünngebankte Kalke und Dolomite von grauer bis weißlicher, an gewissen Stellen und nach der jeweiligen Beleuchtung auch leicht bräunlicher oder sehr schwach grauvioletter Anwitterungsfarbe. Auf der frischen Bruchfläche sind sie meist hellgrau, dunkelgrau bis schwarz, von dichtem oder kristallinem Aussehen. In den oberen Lagen können die Dolomite eine bankige, massigere Ausbildung aufweisen. Sie gleichen dann außerordentlich den norischen Dolomiten.

Im *Val d'Assa,* auf der Westseite des Mot Spadla Bella, weist das Ladinien eine Mächtigkeit von ungefähr 400 m auf. Im unteren, zum großen Teil durch Schutt und Vegetation verdeckten Hang treten über dem Anisien grau bis hellbraun angewitterte, plattige bis gut gebankte, dunkelgraue Kalke auf, die stellenweise, und besonders in den höheren Lagen, merklich dolomitisch sind. Sie können bis zum Fuße der senkrechten, bereits dolomitischen Felswände des Mot Spadla Bella beobachtet werden. Mit dem Übergang zum Dolomit tritt die bräunliche Anwitterungsfarbe zugunsten einer vorwiegend grauen stark zurück. Zuoberst im Trockentälchen der Assa, auf bei-

nahe 2100 m, bestehen die deutlich gebankten Schichten, welche den Zugang zur Russenna Pitchna von dieser Seite praktisch verunmöglichen, aus leicht kalkigem, im Bruch schwarzgrauem Dolomit. Im genannten, mit Schutt ausgefüllten Trockentälchen können, immer auf der Ostseite, die in Falten gelegten Schichten (Faltenachsen in SW–NE-Richtung) gut beobachtet werden. Die ungefähr horizontal gelagerten Dolomite, welche die 200 m hohen Felswände unter dem Mot Spadla Bella aufbauen, können bis in das Val S-chaletta verfolgt werden, wo sie im Talgrund senkrecht und ungefähr parallel zum Tal gestellt sind. Die Umbiegung erfolgt ziemlich rasch und ist auf der Südseite des Tales gut zu sehen.

Am Rücken, welcher Val d'Assa und Val d'Ascharina trennt, treten weiterhin ladinische Kalke und Dolomite auf, sowohl auf der Süd- wie auf der Nordseite wandbildend. Am Fußweg nach Madals, wo sie besser zugänglich sind, kann auf etwa 1780 m ein plötzlicher Wechsel von Kalk zu Dolomit beobachtet werden, nachdem bereits weiter unten ein schwankender Dolomitgehalt im Kalk festzustellen ist.

Während am Mot Spadla Bella und in der S-chaletta das Ladinien durchwegs vom norischen Hauptdolomit überlagert wird, fällt seine Hangendgrenze von hier an und bis zum Val Torta meist mit dem Auftreten verkehrtliegender, liasischer Gesteine (meist Breccien mit buntem Zement) zusammen. Oberhalb *Chavradüra, Padavanna* und *Sassalm* zieht das Ladinien in den schwer zugänglichen Tobeln als Dolomit und kalkiger Dolomit durch. Die sehr starke Mächtigkeitsabnahme ist, wenigstens zum Teil, tektonisch bedingt; denn kleinere Überschiebungsflächen sind öfters anzutreffen.

Westlich *Mot da Müs-chel* bildet der stark zerfallende, graue, oft kalkige Dolomit den über 100 m hohen, sehr steilen und zerfurchten felsigen Hang. Auf der Nordseite von Mot da Müs-chel erscheinen die atypischen, grauen, zerfallenden Dolomite, aus ihrem normalen Schichtverband gerissen, nur noch als Linsen in einem unwahrscheinlichen Durcheinander wieder (vgl. Lias). Im oberen *Val Torta* sind sie stark brecciös ausgebildet und keilen bald vollständig aus.

Im Gebiete des *Piz Lad* befinden sich die Vorkommen des allerdings fraglichen Ladiniens fast nur auf der Ostseite. Es sind meist dünnbankige bis plattige, grau anwitternde Dolomite, welche den scheinbaren ziemlich raschen Übergang vom Anisien ins Carnien vermitteln.

Diese Stufe weist auch im Gebiete der Unterengadiner Dolomiten die ihr eigene, mannigfaltige Gesteinszusammensetzung auf. Verschiedenartige Dolomite, Kalke, Tonschiefer, Sandsteine, Rauhwacken, Gips, Breccien und Eruptivgesteine können andernorts am Aufbau der carnischen Schichtfolge beteiligt sein. Da aber verschiedene Ablagerungen mehr faziellen als stratigraphischen Wert besitzen, also seitlich ineinander übergehen oder einander ersetzen können, ist eine so wechselvolle normal entstandene Schichtfolge an ein und demselben Ort kaum zu erwarten. Es sind jedoch carnische Profile, z. B. aus der Scarl-Decke, beschrieben worden (Hess, 1953), in denen beinahe sämtliche aufgezählten Gesteinsarten in ungestörter, stratigraphischer Folge vorkommen. Die Gliederung dieser heterogenen carnischen Schichtfolge wurde schon von Spitz und Dyhrenfurth (1915) für die Engadiner Dolomiten vorsichtig versucht, indem die Dolomite im allgemeinen dem unteren, die Rauhwacken und Breccien dem oberen Teil zugewiesen wurden. Boesch, Leupold und Inhelder stellen nach lithologischen Gesichtspunkten eine Dreiteilung des Carnien auf, sind aber verschiedener Meinung über die Zuweisung der in der Mitte der Sedimentfolge auftretenden Rauhwackenzone. Eine zyklische Gliederung, wie sie Hess vorschlägt, ist, wie der Autor selber sagt, die sinnvollste. Er unterscheidet einen ersten oberladinisch-untercarnischen Zyklus (Raiblerschichten s. str.), der mit der starken Regression und dem Absatz der lagunären Rauhwacken- und Gipsbildungen abgeschlossen wird, von einem zweiten Zyklus (Torerschichten), in dem erneut Dolomite abgelagert werden, bis zur zweiten Regression, welche durch die Riesenbreccien belegt wird. Die typischen Merkmale der untercarnischen Schichtreihe (Raiblerschichten s. str.) wären also die zwischen den Dolomiten sich einschaltenden, dunklen Tonzwischenlagen und braunen Tonhäute, in den oberen Teilen die Rauhwacken und der Gips. Die obercarnische Schichtreihe (Torerschichten) wäre durch das Auftreten heller, grauer Dolomite in rhythmischer Wiederholung dünner und dicker Bänke, durch häufige Primärbreccien, dunkle Tonschiefer und rötliche Sandsteine und die den Abschluß bildende Riesenbreccie gekennzeichnet.

Wie für die südwestlich benachbarte S-chalambert-Gruppe, so

gilt auch für die Piz Lad-Gruppe die Feststellung, daß die von SCHILLER als Raibler bezeichneten und auf der Karte ausgeschiedenen Sedimente nur einen kleinen Teil des wirklich vorhandenen Carnien umfassen. Diese Stufe war nach SCHILLER in der Piz Lad-Gruppe nur durch die bunten Tonschiefer und Sandsteine mit den schmächtigen dazwischenliegenden Dolomitbänken vertreten. So ergab sich die erstaunlich geringe Mächtigkeit von einigen Metern. Den größten Teil der Dolomite stellte er in das Ladinien (Wetterstein).

Die carnischen Sedimente haben ihre größte und beste Ausbildung am Piz Lad. Sie bauen auf der West-, Nord- und Ostseite bereits die unteren Partien der großen Dolomitfelswände dieses Berges auf. Die Gesteine dieser Stufe treten im Gelände in einer vertikalen Mächtigkeit von beinahe 200 m auf. Überschiebungen und Verwerfungen erschweren, besonders auf der West- und Nordseite, die Ermittlung der genauen normalen Mächtigkeit. Vom Val d'Assa bis zum Val Torta (Mot da Müs-chel) konnten sichere carnische Ablagerungen nirgends nachgewiesen werden. Wenn sie überhaupt vorhanden sind, so handelt es sich um Dolomite, die mit gleichartigen Gesteinen anderer Stufen verschuppt oder verfaltet sein könnten.

Es sei, wie bis anhin, zunächst auf die Vorkommen im Südwestteil des Gebietes hingewiesen. *Zwischen dem Val d'Assa und dem Val d'Ascharina* sind am Saumweg, der zum Höhenrücken Madals führt, von etwa 1900 m an und bis etwas über 2000 m hinauf, verschiedentlich meist stark zerfallende, hellgraue, stellenweise hellbräunlich anwitternde und sandig anzufühlende, graue, dichte Dolomite aufgeschlossen, die möglicherweise dem Carnien angehören könnten (vgl. 2. Teil, Tektonik). Der feine hellgraue Schutt fällt längs des Weges sofort auf. Auf 1865 m Höhe, immer am Weg, ist spärlich gelblichbraun anwitternder kalkiger Dolomit mit schwarzen Tonhäuten und schwärzlichen mergeligen Lagen anstehend. Möglicherweise könnten aber diese letzterwähnten Sedimente bereits dem Rhät oder dem Lias angehören. Im südlichen *Padavanna*-Tobel, welches an der Chaldèra seinen Ursprung hat, sind auf 2125 m Höhe einige Meter eines gut gebankten, bräunlich-grau anwitternden dolomitischen Kalkes anstehend, auf dessen angewitterter Oberfläche massenhaft kleinste Schneckenschalen zu erkennen sind. Bei 2120 m grenzen diese Schichten tektonisch an einen grauen, vielleicht ladini-

schen Dolomit. Weiter unten, ungefähr auf Kote 2100, sind wiederum etliche Meter ganz ähnliche fossilführende Schichten anstehend, diesmal aber Dolomit. Derselbe streicht ungefähr West–Ost und fällt mit 48° nach Süden ein, so daß der Bach in der Streichrichtung fließt. Diese im ganzen Gebiet sonst nicht angetroffenen Sedimente sehen zum Verwechseln gleich den von H. Eugster (1923) aus dem Ducangebiet beschriebenen Prosantoschichten mit *Loxonema*-Brut, die er in das untere Carnien stellt. W. Leupold betrachtete sie 1934 als Ladinien. Da die erwähnten Fossilien von der Padavanna gerade von der unsicheren Grenze von Ladinien und Norien stammen und bestenfalls als *?Loxonema, sp.* erkannt werden können, bleibt die Frage der stratigraphischen Zugehörigkeit wohl noch offen.

Auf der *Westseite des Piz Lad* sind im Gebiet des nördlichen Astes des Tortabaches, von 2200 m Höhe an und bis etwa 2400 m, vorwiegend helle Dolomite nebst Tonschiefern und Sandsteinen vorhanden. Auf 2220 m, an der einzigen Stelle, wo der kleine, von Brüchen durchsetzte Felskessel der Torta gequert werden kann, ist, vorwiegend auf der N-Seite, gegen oben nachstehende tektonisch stark gestörte Schichtfolge zu verzeichnen: eine bis 10 m mächtige Lage eines dunkelbraunen bis schwarz-grünlichen, sehr stark verschieferten Gesteines, das auf den Spaltflächen glänzende, schwarze, tonige Lagen führt und im Felde vorerst als mylonitisiertes Kristallin angesehen werden könnte. Etwas weiter südlich, also im Kessel selbst, scheint es von einem kleinen, bereits beschriebenen Vorkommen von ?Permo-Werfénien-Quarzsandstein horizontal abgelöst zu werden. Ein allmählicher Übergang konnte nicht festgestellt werden. Die schwarzgrünlichen, tonig-schiefrigen Gesteine ließen sich in ungefähr gleicher Höhenlage bis über 400 m weit gegen Norden verfolgen[4]. Das Gestein, das von Schiller als Casannaschiefer bezeichnet wurde, dürfte einem tonigen Quarzsandstein des Carnien entsprechen, der durch tektonische Vorgänge (er liegt an einer Hauptüberschiebung!)

---

4 Der Dünnschliff zeigt eine verworren-schiefrige bis lentikularflaserige Struktur. In einer feinbrecciösen, mit tonigen Schlieren durchzogenen, Serizit führenden Grundmasse aus Quarz- und Feldspattrümmern sind gröbere, stark zertrümmerte, ebensolche Mineralkörner eingestreut. Die Feldspäte sind serizitisiert. Wenig Karbonat ist vorhanden. Auffallend sind längliche, meist in der Nähe der schlierig ausgezogenen tonigen Lagen vorkommende, völlig isotrope Komponenten, die im einfach polarisierten Licht leicht grünlich gefärbt erscheinen und keinen Pleochroismus zeigen. Es könnte sich um vulkanische Glasrelikte handeln.

dermaßen umgewandelt wurde (s. S. 70). Darüber ragen aus dem Hang wenig mächtige, leicht bräunlich anwitternde, quarzhaltige, dolomitische bis schwach kalkige Sandsteine. Ein Übergang zu den hangenden Dolomiten ist nicht sicher feststellbar. In den unteren 10 bis 20 m sind diese meist plattigen, hellen Dolomite stark gestört und gefaltet. Sie bilden die von der Überschiebung noch stark in Mitleidenschaft gezogene untere Zone der relativ mächtigen, carnischen Dolomitfolge. In dieser sind tektonische Diskordanzen mehrmals anzutreffen, so daß es oft unsicher ist, ob gewisse sich einschaltende Dolomitkomplexe von verschiedenem Aussehen noch der carnischen Stufe angehören. Auf 2260 m hört ein gutgebankter, hellgrau anwitternder, dunkelgrauer, etwas kristalliner Dolomit, an dem die Sedimentationsstreifung noch gut erkennbar ist, plötzlich auf; konkordant darüber liegt ein hellgrauer, dichter, mehr plattiger Dolomit, der gelb bis gelbweiß anwittert und dunkelbraune bis schwarze Tonhäute auf den Schichtflächen führt. Etwas nördlich, am Abhange des Piz Lad, sind in den plattigen Dolomiten bis 30 cm dicke Lagen von rostig anwitternden und auch schwärzlichen Tonschiefern eingeschaltet. Ein typisches Kennzeichen der carnischen Stufe bilden jedoch mehrere Meter starke, dunkle, weinrote und grüne, teilweise auch gelbliche Tonschiefer und feinkörnige, tonige Quarzsandsteine. Die Tonschiefer zerfallen griffelig. Diese im Felde dank ihrer stark abweichenden Farbe leicht zu erkennenden Vorkommen sind — wahrscheinlich aus tektonischen Gründen — nie auf längere Erstreckung verfolgbar. Es sind die Raiblerschichten von Schiller (1904). Ein Vorkommen von solchen farbigen Sandsteinen und Tonschiefern, das relativ leicht zugänglich ist, befindet sich 450 m nördlich von P. 2601 in 2350 m Höhe. Der Aufschluß ist ungefähr 20 m lang und hat eine größte Mächtigkeit von etwa 6 m. Die Schichten streichen beinahe W–E und fallen mit 30° gegen S ein. Darüber folgen hellgrau-bläuliche bis leicht rosafarbene, gleichfarbig anwitternde dichte Dolomite. Sie sind bis zum Absatz anzutreffen, über dem hier auf 2380–2400 m die senkrechten, aus grauem Dolomit aufragenden Felswände des P. Lad sich erheben. Diese schuttüberdeckte Schulter ist durch eine wichtige Schubfläche bedingt, welche mit der Obergrenze der carnischen Sedimente zusammenfällt. Sie ist um den ganzen Piz Lad herum, allerdings nicht ununterbrochen, durch eine Breccie gekennzeichnet, die auf der Westseite bis 15 m Mächtigkeit

erlangen kann. An der West- und Nordseite scheint sie vorwiegend tektonischen Ursprungs zu sein. An der Ostseite ist sie mit einer sedimentären Breccie engstens verbunden (s. S. 34/35). Auf der West- und Nordseite werden die grauen, dichten, oft gelblich anwitternden, gebankten Dolomite in ihren obersten Lagen von genannter Breccie überlagert. Rundliche und eckige Dolomitkomponenten, über kopfgroß bis millimeterklein, in vollständig ungesetzmäßiger Anordnung, werden von einer schiefrigen, mit glänzenden, dunklen Häuten durchzogenen Masse zusammengehalten. Das schwärzliche, tonig aussehende Material könnte aus den Tonschieferzwischenlagen der carnischen Dolomite stammen, z. T. dürfte es verwalzter Dolomit sein. An verschiedenen Stellen, und bei genauer Betrachtung, sind Komponenten zu finden, die selber als Breccie ausgebildet und einer Sedimentärbreccie sehr ähnlich sind. Die meisten Dolomitkomponenten der tektonischen oder tektonisch überarbeiteten Breccie scheinen der carnischen Stufe anzugehören. Über dieser Bewegungszone folgen graue, vorerst stark zerfallende und in Mitleidenschaft gezogene Dolomite, welche bald massiger werden. Sie sind als Norien zu betrachten.

Auf der *Nordseite des Piz Lad* wurde der soeben beschriebene Bewegungshorizont durch andere tektonische Störungen versetzt, so daß sich seine jeweilige Fortsetzung in verschiedener Höhenlage befindet.

Ein gutes Profil des oberen Teiles der carnischen Schichtfolge liefern die auf der Lad-Nordseite zwischen P. 2181 (Dreiländer-Grenzstein) und P. 2196 bis auf 2270 m hinabreichenden Felspartien (s. Fig. 2).

An der *Lad-Ostseite,* nordöstlich Seslat, folgen über den atypischen grauen ladinischen Dolomiten die meist heller anwitternden des Carnien. Ihre tieferen Lagen sind längs des halb zerfallenen Weges aufgeschlossen, der von den zwei Kasernen am Fuße der großen nordöstlichen Schutthalden des Lad nach Süden, unterhalb Seslat, auf ca. 2170 m, hindurchführt. (Das Wegstück, das an diesen Aufschlüssen vorbeiführt, ist übrigens aus unverständlichen Gründen auf der neuen Landeskarte nicht eingetragen.) Vom Fuße der südlichst gelegenen, großen Schutthalde führt der Weg etwa 700 m weit auf 2170 m Höhe in allgemein süd-südwestlicher Richtung, meist dünnbankigen, hellanwitternden, carnischen Dolomitlagen entlang. Da diese eine allgemeine NW–SE-Streichrichtung mit südwestlichem

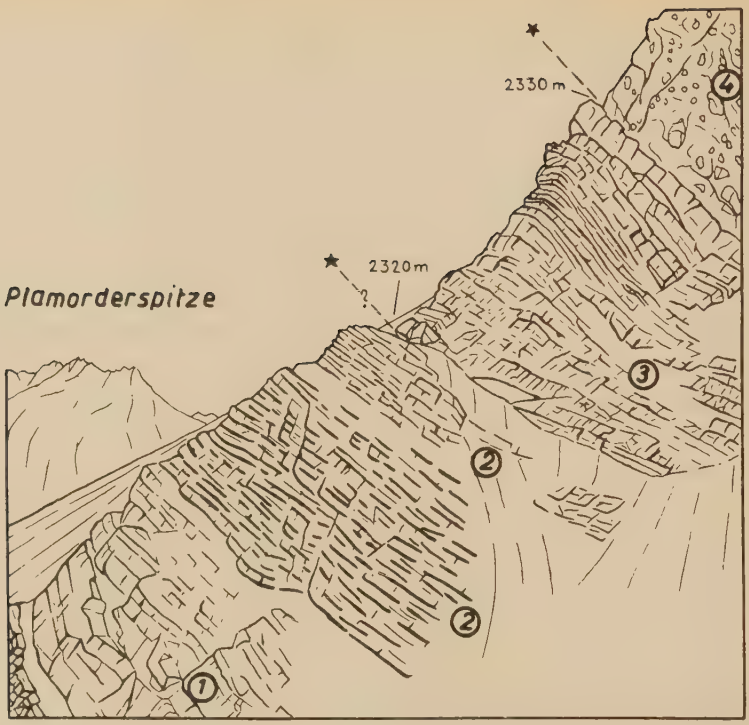


Fig. 2. **Profilausschnitt aus dem Carnien der Nordseite des Piz Lad**

Blick nach ESE

4 Tektonische Breccie. Dolomitkomponenten in schwarzgrauer toniger Grundmasse.
3 Weißlich anwitternder, dichter, grauer Dolomit; z. T. verschiefert und tektonisiert.
2 Weinrote und grünliche Tonschiefer und Sandsteine.
1 Hellgrauer, dünn- bis dickbankiger Dolomit.

Einfallen aufweisen, sind zunächst etwa 400 m weit fast immer die stratigraphisch gleichen Horizonte aufgeschlossen. Vom Südende der großen Schutthalden gegen Süden hin wechseln graue und gelb anwitternde, gebankte und plattige Dolomite, wobei die gelben oft kalkig sind. Normale Lagerung vorausgesetzt, bilden sie die stratigraphisch tiefsten vorhandenen carnischen Schichten in diesem Gebiet. Gegen Süden, also etwas höher in der Schichtfolge, gehen sie über in graue, rötliche und schwarze Tonhäute enthaltende Dolomite. Diese Schichten zeigen eine typischere Ausbildung in ihrer streichenden Fortsetzung weiter nordwestlich, am Rande der genannten gro-

ßen Schutthalde. Dort sind in etwa 2220 bis 2230 m Höhe zwischen den hellgrauen Dolomitbänken schiefrig-tonige Lagen von einem bis mehreren Zentimetern Dicke eingeschaltet. Es folgen nun am Wege hellgrau anwitternde, auf der frischen Bruchfläche dunkelgraue, dichte, gut gebankte bis plattige Dolomite mit gut sichtbarer Sedimentationsstreifung. Stellenweise führen sie massenhaft kleinere weiße rundliche Konkretionen, wahrscheinlich letzte Überreste fossiler Pflanzen oder Tiere. Sie bestehen aus Dolomitkriställchen. Auch das Gestein selbst erweist sich im Dünnschliff als vollständig rekristallisierter Dolomit. Dünne, tonige Zwischenlagen sind auch in diesen dünngebankten Schichten eingelagert. Erst auf der südlichsten 250 m langen Strecke, wo der Weg in N–S-Richtung abdreht, wird uns ein besserer Einblick in die hangende Fortsetzung des Carnien gewährt (s. Fig. 3), da zudem die N–S-Streichrichtung in eine nordwest-südöstliche übergegangen ist. Ungefähr 40 m vor der Grenze gegen das Kristallin sind in den hellgrauen Dolomitbänken violette Sandsteine mit Toneinlagerungen, hellgrünlichbraune, gelb anwitternde Ton-

Fig. 3. **Ansichtsskizze der obercarnischen Schichtfolge an der Ostseite des Piz Lad**

Blick vom Weg östlich Seslat (2170 m) nach NW

4 Tektonisch überarbeitete Primärbreccie.
3 Grauer, z. T. stark zerfallender Dolomit.
2 Weinrote bis dunkelviolette Tonschiefer und Sandsteine.
1 hellgrau anwitternde, dünngebankte bis plattige, dichte, mittel- bis dunkelgraue Dolomite.

und Dolomitschiefer, 40–50 cm stark, eingelagert. Eine dünne, hellgraue Dolomitbank trennt eine zweite, genau gleich ausgebildete Tonschiefer- und Sandsteinlage von der ersten ab.

Es folgt stark zerbröckelnder, grauer Dolomit und alsbald eine Schichtlücke. Rosaroter, heller Kalk ragt aus dem Schutt unmittelbar bei der Kristallingrenze hervor. Seine Mächtigkeit ist schwer anzugeben, sie wird aber kaum einige Meter überschreiten. Die Zuordnung zu einer stratigraphischen Stufe dürfte nicht leicht fallen. Er kommt auch als Linse auf dem Grenzgrat des Piz Lad, bei P. 2745, zwischen Sediment und Kristallin, vor. Die violetten bis weinroten Schichten sind unterhalb des Pfades, der, 200 m NE des Buchstabens «t» von «Seslat» beginnend, sich an der Lad-Ostseite emporwindet, mehrmals anzutreffen. Ihre Streichrichtung erlaubt, sie als Fortsetzung der beschriebenen, gleichartigen Gesteine der Lad-Nordseite anzusehen. Diese dank ihrer Farbe leicht kenntlichen Horizonte bilden in einem fast nur aus Dolomit bestehenden Gebiet, wo die Tektonik eine große Rolle spielt, einen nicht zu unterschätzenden Anhaltspunkt, lassen sie sich doch um den ganzen Piz Lad herum verfolgen[5].

An der ganzen Lad-Ostseite zieht sich eine auf den carnischen Dolomiten scheinbar konkordant aufliegende, 20 und mehr Meter mächtige Primärbreccienlage hin. Diese Dolomitbreccie stellt möglicherweise ein Äquivalent der obercarnischen Riesenbreccie von Hess dar und bildet demzufolge wahrscheinlich auch im Piz Lad-Gebiet den Abschluß der carnischen Stufe gegen oben. Von den liegenden, mehr hellen Dolomiten, die in geringer Mächtigkeit über den bunten Sandsteinen und Schiefern folgen, ist ab und zu ein Übergang zur Breccie zu beobachten; oft aber tritt die Breccie unvermittelt, nur durch eine schmale schutt- oder vegetationsbedeckte Zone getrennt, über dem Dolomit auf. Im Hangenden sind auch Übergänge zu dem allgemein dunkler grauen und oft kristallinen Dolomit beobachtet worden. Viele Brüche (oft klaffend) durchsetzen das Gebiet der Breccie, so daß sich oft die Frage stellt, was noch als

5 Dünnschliffe der violetten tonigen Quarzsandsteine zeigen eingebettet in einer feinen serizitisch-chloritischen Grundmasse vorherrschend eckige Quarzkörner als Hauptkomponente. Chlorit ist ziemlich häufig, Titanit als Nebengemengteil vorhanden. In den grünlich gefärbten Sandsteinen konnten auch Zirkon und Feldspat nachgewiesen werden. Das Gestein ist ein sehr feinkörniger, toniger Quarzsandstein mit stark hämatitischer Beimengung. Graded bedding ist im Schliff sichtbar.

wirklich anstehend betrachtet werden kann (vgl. Tektonik). Die Breccie selber besteht ausschließlich aus Dolomitmaterial. Die meist eckigen Komponenten können bis über kopfgroß sein. Im Mittel überwiegen faust- bis kopfgroße Stücke. Helle, dunkle, gestreifte, gesprenkelte, geschichtete usw. Dolomitstücke liegen vollständig ungeordnet nebeneinander und werden von einem meist hellen, an gewissen Stellen gelbroten, aber immer dolomitischen Bindemittel zusammengehalten. Verschiedentlich kann auch ein früherer Zusammenhang nun voneinander getrennter, gleichartiger Komponenten festgestellt werden. Auf einer grauen Komponente sind hellgraue, rundliche und ovale, bis einige Millimeter große Gebilde in Massen vorhanden. Der Dünnschliff zeigt eine rekristallisierte, feine Dolomitbreccie mit rundlichen, organischen Resten, deren Feinstruktur fast völlig ausgelöscht wurde. Es dürfte sich um fragliche Algenreste handeln. In ihren oberen Teilen, an der Lad-Ostseite, ist die Primärbreccie stellenweise durch tektonische Vorgänge so verändert worden, daß sie kaum mehr als solche erkannt werden kann. Sie bildet eine mehrere Meter mächtige Lage, deren kantige, runde, kleine und kopfgroße Komponenten regellos durcheinander bewegt wurden. Da ein plastisches Bindemittel beinahe gänzlich fehlt, zerfällt dieses «Gestein» stellenweise ziemlich leicht. Sichtbare Übergänge in die Sedimentärbreccie erlauben den Schluß zu ziehen, daß es sich um eine tektonisch überarbeitete Primärbreccie handeln muß. Sie gleicht in auffallender Weise derjenigen an der Lad-West- und -Nordseite. Trotzdem an der Westseite nur die «tektonische» Breccie festgestellt werden konnte, besteht für mich kein Zweifel, daß es sich um das gleiche Phänomen handelt; die obercarnische Primärbreccie diente als Bewegungshorizont bei den tektonischen Vorgängen.

Beim Vergleich mit Nachbargebieten (S-charl, Fuorn, Jaggl) oder auch mit entfernteren oberostalpinen Gebieten (Ducangruppe, Rhätikon) fällt das Fehlen von Rauhwacke- und Gipsbildungen in der Piz Lad-Gruppe auf. Zusammenfassend kann folgendes zusammengesetzte Profil der in der Piz Lad-Gruppe vorhandenen carnischen Sedimente aufgestellt werden:

(Oben) Graue stark zerfallende kristalline Dolomite (Norien).

6. Dolomitische Primärbreccie mit bis kopfgroßen hellen und dunklen Komponenten; Dolomitzement hellgrau bis rötlich. Teilweise tektonisch überarbeitet.

5. Grauer, geschichteter bis gebankter Dolomit, z. T. stark tektonisiert.
4. Weinrote bis dunkelviolette und grünliche Sandsteine und Tonschiefer, z. T. mit zwischengeschalteten dünnen Dolomitbänken.
3. Hellgrau anwitternde, graue bis dunkelgraue, dichte, gut gebankte bis plattige Dolomite, mit z. T. vielen weißen Konkretionen. Tonhäute bis dünne Tonzwischenlagen können eingelagert sein.
2. Hellgraue Dolomite mit Einlagerungen von dunklen, bis einige Zentimeter dicken, schiefrig-tonigen Lagen.
1. Hellgrau und gelblich anwitternde, gebankte bis plattige Dolomite und kalkige Dolomite.
   Atypische, dünngebankte bis geschichtete, z. T. stark zerfallende, graue Dolomite (Ladinien).

Dieses Profil stellt die im Aufschluß beobachtete Folge dar, die mit der vor Beginn der Gebirgsbildung vorhandenen nicht identisch zu sein braucht. Dessen ungeachtet kann mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit gesagt werden, daß im Piz Lad-Gebiet nur ein Teil des gesamten Carnien vorliegt, und zwar wäre in Anlehnung an die Gliederung von Hess (1953) nur die obercarnische Schichtfolge (Torerschichten n. Heß) vorhanden. Das gesamte Aussehen der Gesteine weist eine große Übereinstimmung mit dem der Nachbargebiete und sogar des Ducans auf, so daß diese Annahme nur bekräftigt wird. Der untercarnische Komplex mit seinen plastischen Bildungen wäre als Gleithorizont bei der Überschiebung «auf der Strecke» geblieben. Ein allerletzter Rest von Rauhwacke befindet sich noch auf dem Piz Lad-Grat in Nähe der Kristallinüberschiebung bei P. 2745. Da aber die Rauhwacken nicht ausschließlich im unteren Carnien beheimatet sind, darf dem vereinzelten Vorkommen keine große Bedeutung beigemessen werden.

Die obercarnische Schichtfolge erreicht eine Mächtigkeit von etwa 200 bis 240 m.

Zwei Steinkerne von Lamellibranchiern wurden auf der Schutthalde in der Nähe der schweizerisch-österreichischen Grenze in violett und grünlich tonigen Quarzsandsteinstücken, die zweifellos aus den etwas höher anstehenden carnischen Schichten stammen, aufgefunden. Da typische Merkmale, wie Schloß, Rippen usw., nicht erhalten

sind, konnten sie nicht näher bestimmt werden. Was die Form anbetrifft, entspricht die eine am ehesten gewissen Formen der Familie der *Nuculidae (Leda),* die andere solchen der *Cardiniidae (Trigonodus).*

Norien (Hauptdolomit)

Die norischen Sedimente, zur Hauptsache Dolomite, tragen in unserem Gebiet stark zur Landschaftsgestaltung bei. Zwischen Val d'Assa und Val d'Ascharina bilden sie, als ein stellenweise bis über 200 m mächtiges Band, einen großen Teil der felsigen Stufe, die den weiten, flachen Kessel des Munt Russenna und den Höhenrücken von Madals gegen Westen hin abgrenzt. Im Nordosten erlangt das Norien mit zunehmender Mächtigkeit größere Bedeutung, baut es doch den schroffen Piz Ajüz und den massigen Piz Lad auf.

Die Gesteinsfolge setzt sich zum großen Teil aus indifferentem, grauem, massigem Dolomit zusammen, der häufig zu Druckbreccien zertrümmert ist. Im einzelnen Aufschluß oder im Handstück können die norischen Dolomite von anderen Triasdolomiten meistens nicht unterschieden werden. Sedimentäre Breccien sind öfters anzutreffen und scheinen nicht an ein besonderes Niveau gebunden zu sein, obwohl die bestausgebildeten im Dach des Noriens zu finden sind.

Im weiteren sei schon jetzt auf die etwas abweichende Ausbildung der norischen Sedimente der Lad-Scholle hingewiesen, worauf weiter unten ausführlicher eingegangen wird.

Im ganzen Gebiet, das sich von der *Inneren Scharte* über den *Mot Spadla Bella* bis unterhalb *Munt Russenna* und zur *S-chaletta* erstreckt, liegt das Norien durchwegs auf dem Ladinien. Diese tektonische Grenze ist nicht immer gut zu verfolgen, da die Dolomite stark zerrüttet und zudem sehr ähnlich ausgebildet sind. Der norische Dolomit ist hier meist dunkelgrau, kristallin oder dicht und wittert mittel- bis hellgrau an. In den Bacheinschnitten des Munt Russenna kann verschiedentlich eine gute Bankung (Bänke von einigen Zentimetern bis zu einem halben Meter) beobachtet werden. Meistens ist jedoch eine solche, sei es wegen der Tektonisierung oder weil primär überhaupt fehlend, nicht zu erkennen. Dies ist in eindrücklicher Weise an der West- und Nordwand des Mot Spadla Bella sichtbar, wo die teilweise über 200 m starken, dem Norien zugeteilten mas-

sigen Dolomite arg zerrüttet sind (vgl. Fig. 5). Im oberen Val S-chaletta, auf dem Rücken zwischen den zwei östlichen Bachästen, stehen in etwa 2115 bis 2135 m Höhe dunkle, feinkristalline Dolomite an, auf deren verwitterter Oberfläche hellere längliche Gebilde zu sehen sind, welche als fragliche Algen oder Korallen angesehen werden könnten. Es kommen auch bis mehrere Millimeter große, im Querschnitt kreisrunde, mit weißen Dolomitkriställchen ausgefüllte Räume vor. Eine feine Hell-Dunkel-Streifung kann an den grauen Dolomiten beobachtet werden.

Die sedimentären, rein dolomitischen Breccien des Norien gehen nach oben mit zunehmend kalkigem Zement und ebensolchen Komponenten in Liasbreccien[6] über.

Wo die sedimentäre Dolomitbreccie vorhanden ist, wird sie, soweit rein dolomitisch ausgebildet, dem Norien zugesprochen.

Das Problem der «Hauptdolomit-Basalbreccie» von Eugster (1923) wurde seither in verschiedenen Arbeiten aufgeworfen und diskutiert, so daß sich eine Wiederholung erübrigt und lediglich auf die diesbezüglichen Stellen in den Publikationen von Boesch (1937), Inhelder (1952) und Hess (1953) hingewiesen werden muß. Eine Hauptdolomit-Basalbreccie tritt in unserem Gebiet nicht auf. Wo in unserem Gebiet eine bunte, dolomitisch-kalkige Breccie im Liegenden des Noriens auftritt (vom Val d'Assa mit Unterbrüchen bis oberhalb Sassalm), liegt eine verkehrte Schichtfolge vor. Es sind mit dieser Breccie nämlich helle, dichte rötliche und gelbliche organogene Kalke vergesellschaftet, die reichlich Schalentrümmer und gelegentlich auch Echinodermenreste enthalten. Genau dieselben Kalke wurden in der normalen Schichtfolge über der Hauptdolomitbreccie im Lias gefunden.

Mit diesen Ausführungen wurde bereits die Frage der oberen Abgrenzung des Noriens in unserem der Scarl-Decke zugehörigen Teil des Gebietes angeschnitten.

Die Sedimente dieser Stufe wurden von tektonischen Vorgängen oft so arg in Mitleidenschaft gezogen, daß eine Gliederung der Schichtfolge außerordentlich erschwert wird. Die Breccie kann rein

---

6 Da in unserem Gebiet der Lias von eventuell vorhandenen Bildungen der Rhät-Zeit nicht unterschieden werden kann, wird im Folgenden, wo vom Lias die Rede ist, stillschweigend mit der Möglichkeit gerechnet, daß das Rhät in den unteren Teilen des «Lias» repräsentiert sein kann.

dolomitisch ausgebildet sein und infolge Abscherung unmittelbar durch jurassische Sedimente überlagert werden. Sie kann aber auch fehlen, so daß die norische Schichtfolge mit dem Dolomit unvermittelt an Gesteinen anderer Stufen abbricht. Andererseits kann die bunte, kalkige Liasbreccie mitten im Dolomit auftreten, wie z. B. am Mot Spadla Bella und im Val d'Ascharina. Auch die Annahme von Erosionstaschen im Hauptdolomit, welche mit jüngerem Material ausgefüllt wurden, genügt zur Erklärung dieser Erscheinungen nicht. Die Tektonik hat normalstratigraphische Zusammenhänge verwischt, wie auch auf Madals oder auf der Nordseite des Val d'Ascharina und an anderen Orten bewiesen werden kann (s. «Lias» und «Tektonik»). Da die sedimentäre reine Dolomitbreccie, allerdings in geringerer Mächtigkeit, auch mitten im Dolomit anzutreffen ist, kann, falls sie in dieser Ausbildung an andersaltrige Schichten grenzt, nicht entschieden werden, ob sie etwa bereits dem Rhät oder dem Lias angehört. Nicht zuletzt deshalb wurde sie dem Norien zugesprochen.

In schöner Ausbildung ist die sedimentäre Hauptdolomitbreccie am Weglein anzutreffen, das von der Grenzwächterhütte *Madals* (P. 2073) nach ESE zur großen Schutthalde des Val S-chaletta führt (s. Fig. 7). Der liegende graue splittrige Dolomit geht nach oben in die Breccie über. In einem hellgrauen, angewittert auch gelblichen, dolomitischen Zement liegen hell- und dunkelgraue, eckige bis über faustgroße Dolomitkomponenten regellos eingebettet. Zur Hauptsache sind jedoch die Komponenten millimeter- bis mehrere Zentimeter groß. An einigen Stellen ist der dolomitische Zement durch Eisengehalt ganz rot gefärbt. Gelegentlich ist das Gestein auf der Anwitterungsfläche mit einer roten Kruste beschlagen, welche dann den brecciösen Charakter vollständig verbirgt (Madals SE-Seite). Die Mächtigkeit der Breccie kann bis über 10 m betragen. Die Hütte selbst ruht auf ihr.

Die norischen Dolomite der *Lad-Scholle* weisen eine deutliche Bankung auf. Die abwechselnd hellen und dunklen Bänke können dezimeter- bis über metermächtig werden. Sedimentäre Dolomitbreccien sind wenig verbreitet und dann mitten in der Schichtfolge anzutreffen (z. B. P. Ajüz-Südseite in 2650 m Höhe). Eine den norischen Zyklus abschließende Sedimentärbreccie konnte hier nicht festgestellt werden. Da der Hauptdolomit im Dach durchwegs und z. T. deutlich diskordant an das überschobene Ötztalkristallin grenzt,

ist mit der Möglichkeit einer Abscherung oberer Teile des Noriens zu rechnen.

Auf der Nordseite des oberen *Val d'Ascharina,* in der oberen *Chaldèra* (zwischen Ajüz und P. 2673) und am Südgrat des *Piz Ajüz,* sind in den norischen Dolomiten dunkelgraue bis schwarze, dünngebankte bis plattige Kalke eingelagert, die meistens voll kleiner Fossilienbruchstücke sind. Kleine Schnecken sind hie und da noch kenntlich. Die Kalkeinlagerungen in den norischen Dolomiten entsprechen völlig dem norisch-rhätischen Grenzniveau von Spitz und Dyhrenfurth (1915), den Plattenkalken von Hegwein (1927), Bolsch (1937) und Hess (1953). Das norisch-rhätische Alter des Grenzhorizontes von Spitz und Dyhrenfurth wurde von Hegwein widerlegt, und die späteren Autoren bestätigten das ausschließlich norische Alter dieser Schichten. Hess bezeichnet als «Plattenkalke» sämtliche Kalkeinlagen des Norien, ohne Bezug auf ihre stratigraphische Stellung. Trotz des vollständigen Fehlens von Leitfossilien können anhand stratigraphisch-lithologischer Vergleiche die Kalklagen unseres Gebietes mit ziemlicher Sicherheit dem Norien zugesprochen und als Plattenkalke bezeichnet werden. Die Frage, ob es sich um o b e r s t e norische Ablagerungen handelt, läßt sich aus oben erwähnten Gründen (Überlagerung des Noriens durch das Ötztalkristallin) nicht entscheiden. Von der Nordseite des oberen Val d'Ascharina erwähnt Schiller geringmächtige Quetschzonen, die er wegen des Aussehens ihrer Gesteine zum Rhät stellt. Das «Rhät» ist aber mit größter Wahrscheinlichkeit Plattenkalk, also Norien. Trotz der starken Verschuppung kann verschiedentlich ein Wechsel mit den Dolomiten beobachtet werden, der nicht nur tektonisch bedingt sein kann.

Auf dem Südgrat (etwa ab 2520 m Höhe) und in der Chaldèra selbst (westlich P. 2673) sind in den grauen Dolomiten dünngebankte bis plattige dunkel- bis hellgrau und gelblich anwitternde, grauschwarze splitternde Kalke eingeschaltet. Sie enthalten stellenweise massenhaft kleine Schalenresten von Muscheln und Schnecken und zerfallen zum Teil in dünne, beim Darüberlaufen klingende Plättchen. Am Südgrat des Piz Ajüz (zwischen dem Gipfel und P. 2673) treten die gleichen dunkelgrau bis hellbeige anwitternden Kalkeinlagerungen im Dolomit abermals auf. In dem hier im Mittel mit 30° gegen Süden einfallenden Dolomit schalten sich von etwa 2690

bis 2670 m Höhe die mit den Dolomiten wechsellagernden Plattenkalke ein. Fossilbruchstücke kommen hier auch in den Dolomitbänken vor. Auf etwa 2680 m, 120 m nördlich der Sedimentgrenze gegen das Kristallin, kommt in den Plattenkalken eine 5–6 m mächtige, hellgrau bis beige anwitternde Lage des dichten grauschwarzen Kalkes vor, die voll kleinster, leider schlecht erhaltener Schneckenschalen ist. Sie gleicht in auffallender Weise der Rissoenbank von Hegwein, in der er *Rissoa alpina* Gümb. fand. Für eine sichere Bestimmung sind aber die Exemplare des Ajüz-Grates zu dürftig erhalten. Das Gestein ist stark zerrüttet und wahrscheinlich auch gestaucht und verschuppt; denn auf dem Grat selber können die Plattenkalke auf einer kürzeren Strecke als in den darunterfolgenden Ostwänden beobachtet werden. In den dem Piz Nair zugewendeten Felsen, an der Obergrenze der Schutthalden, werden die dunklen, oft mit welliger unruhiger Oberfläche behafteten Kalkbänke auf einer Distanz von etwa 200 m angetroffen. Die dichten Plattenkalke zeigen oft auf der Oberfläche eine schieferige Beschaffenheit. Von Schiller wurden sie hier als fragliche Muschelkalklinse im Wettersteindolomit angesehen.

Die wohlgebankte Hauptdolomitmasse des Piz Ajüz, welche vom Mot da Müs-chel (2352 m) als Basis den ganzen Berg aufbaut, setzt sich gegen Nordosten in den *Piz Lad* fort. W. Schiller hat den ganzen Hauptdolomit als Wettersteindolomit (Ladinien) betrachtet. An verschiedenen Stellen seiner Arbeit erwägt er immerhin die Möglichkeit, daß auch Hauptdolomit vorhanden sein könnte. Von letzterem sagt er: «Sicheren Hauptdolomit kann man, abgesehen vom S-chalambert, nirgends nachweisen, besonders da ihm, wenn vorhanden, sein charakteristisches Merkmal, die riesige Mächtigkeit, vollständig fehlt. Möglich ist, daß ein Teil des Wetterstein am Piz Lad und Ajüz dem Hauptdolomit zugehört, ...» Eine Seite vorher erwähnt er große Megalodontendurchschnitte südwestlich des Piz Lad (die Fundstelle ist genau bei P. 2601), von denen er immer angenommen hat, daß sie dem Hauptdolomit zugehören. Trotzdem stellte Schiller der Gesteinsbeschaffenheit wegen die mächtige Dolomitfolge des Piz Lad zum Wettersteindolomit. Die Megalodonten, welche als einzige erkennbare Fossilien in unserem Hauptdolomit vorkommen, lassen infolge schlechter Erhaltung keine genauere Bestimmung zu.

Punkt 2601 ist über den felsig-gezackten und teilweise mit erhärtetem Feinschutt belegten Südostgrat nicht sehr leicht zu erreichen. Die bis über meterdicken hell- und dunkelgrauen Dolomitbänke führen an dieser Stelle auf der angewitterten Oberfläche Fossilreste. Die erwähnten «Megalodonten» sind auf einer hellgrau bis weißlich anwitternden Bank und nur auf einer wenige Quadratmeter großen Fläche sichtbar. In den dunkleren Bänken sind vereinzelt Ansammlungen von kleinen, bis einige Millimeter großen rundlich-ovalen bis länglichen Gebilden zu sehen. Es handelt sich wahrscheinlich um Algenreste.[7] Wenn am Piz Lad keine riesige Mächtigkeit des Noriens vorliegt, so ist sie doch mit beinahe 1000 m recht eindrücklich, sogar wenn mit der Möglichkeit gerechnet werden muß, daß sie tektonisch übertrieben wurde. Auf dem Grat des Piz Lad können die verschiedensten Dolomite angetroffen werden. Die von weitem sehr deutliche dicke Bankung ist an Ort und Stelle hin und wieder kaum mehr als solche zu erkennen. Tektonische Bewegungen haben das Gestein stellenweise sehr stark zerrüttet, so daß keineswegs feststeht, ob noch eine normale Sedimentfolge vorliegt. Auf dem einen Kilometer langen Grat werden die Schichtköpfe der mit 45 bis 65° nach Südwesten einfallenden Bänke überschritten. Überwiegend ist ein meist hell- bis dunkelgrauer, kristalliner Dolomit, der sehr oft als Druckbreccie vorliegt. An den dunkelgrauen Gesteinen ist das weiße feine Netz der ebenfalls mit Dolomit ausgeheilten Klüftchen sehr auffallend. Primärbreccien sind nicht selten, so z. B. beim Gipfelpunkt 2784. Daselbst ist eine hellbräunliche Lage eines weicheren tonigen Dolomites sowie grauweiß anwitternder, grauer dichter Dolomit anzutreffen, wie er sonst im Carnien vorkommt. In der Mitte der südöstlichen Abdachung des Piz Lad ist die abwechselnde Hell-Dunkel-Bankung schön entwickelt. Die Farbe wechselt von dunkelgrau-schwarz bis weißlich-grau. Das Gestein kann kristallin oder dicht, einheitlich gefärbt oder mit weißen Flecken gesprenkelt sein (? Fossilienreste). Die hellen und dunklen Lagen können eine bis millimeterfeine Sedimentationsstreifung ergeben, welche submarine Bewegungen und Rutschungen der dolomitischen Ablagerungen im noch schlammigen, unverfestigten Zustand prächtig wieder-

[7] Der Dünnschliff zeigt einen vollständig rekristallisierten Dolomit, worin die von Auge noch gut kenntlichen Organismen der Rekristallisation wegen beinahe unsichtbar werden.

geben. Einzelne Bänke verwittern karrig. Am Piz Lad können somit die Sedimentation und die Breccienbildung eingehend studiert werden.

Rhät

Sicheres Rhät scheint, wie in der benachbarten S-chalambert- und in der Lischana-Gruppe, zu fehlen. An wenigen Stellen, wie 200 m südöstlich der Grenzwächterhütte Madals, und auf der linken Seite des Val d'Ascharina (vom Bach bei 1860 m etwas hangaufwärts) stehen etliche Meter mergelige dunkelgraue, z. T. gelblich anwitternde und knollige Schichten an, welche eine Menge schlecht erhaltener Fossilien, leider aber kein einziges Rhät-Leitfossil lieferten. Ich bin mit W. Schiller einverstanden, wenn er sagt, daß «keiner, der die Handstücke sähe, an dem rhätischen Alter zweifeln würde». Ein Beweis fehlt aber vorläufig noch, und die tektonische Lage beider Vorkommen ist für eine Zuteilung zum Rhät gar nicht eindeutig. Diese Vorkommen wurden von uns dem Lias einverleibt. Es ist ebenfalls nicht ausgeschlossen, daß – wie schon erwähnt – ein Teil der bunten «Liasbreccie» dem Rhät zugehört. Die Übergangszeit zwischen Trias und Jura wird durch Sedimentationsunterbrüche, Abtragungen und Breccienbildung charakterisiert. In diesem Grenzbereich verlaufen Bewegungshorizonte von Schubmassen und Schuppen. So ist denn die stratigraphische Folge kaum zu erkennen.

Lias bis ?Dogger

Liasische Ablagerungen beschränken sich auf den südwestlichen Teil des Gebietes, sie fehlen in der Lad-Schuppe. Leitfossilmangel, wechselnde Ausbildung, stark schwankende Mächtigkeit und komplizierter tektonischer Bau zeichnen die Gesteine dieser Stufe und ihre Vorkommen aus. Die richtige Einordnung dieser jurassischen Ablagerungen wird dadurch sehr erschwert, wenn nicht sogar verunmöglicht. Während der Rhätzeit wurden die zum größten Teil trockengelegten norischen Sedimente aufgearbeitet und bei der nachfolgenden, wiederholt einsetzenden Transgression auf der unregelmäßig ge-

wordenen Oberfläche zum Teil wiederum als typische Transgressionsbreccie abgelagert. Möglicherweise reicht der Zeitraum der Bildung dieser Breccien von der Rhät- bis in die Doggerzeit. Mit diesen Psephiten treten an einzelnen Stellen die bereits erwähnten dunklen, teilweise viele unbestimmbare Fossilresten bergenden kalkig-mergeligen Schiefer auf, welche rhätischen Ablagerungen so außerordentlich ähnlich sein können. Auf der Südseite von Madals sind sie zwischen der liegenden Hauptdolomitbreccie und der hangenden Liasbreccie eingelagert. Die bunte Breccie kann auch rein kalkig ausgebildet sein mit Komponenten, die weder in älteren Sedimenten noch im vorhandenen Lias sicher erkannt werden können, also liasisch oder jünger sein dürften. Maßgebend für die Zuteilung zum Lias der im folgenden aufgeführten Sedimente war der Vergleich mit näheren und entfernteren Gebieten. Eine Ausscheidung und Aufstellung der verschiedenen Ablagerungen oft fraglichen liasischen Alters, wie sie eingehend G. Burkard (1953) durchführt, halte ich für mein Gebiet nicht als geeignet, da dies zu einem falschen Bild der stratigraphisch kaum einstufbaren ?liasischen Sedimente führen könnte. Zudem lassen sich diese nächstgelegenen Vorkommen der S-chalambert-Gruppe im Streichen nicht durchgehend bis in mein Gebiet verfolgen. Es werden, wie bis anhin, von Südwesten nach Nordosten die jeweils angetroffenen und zum Lias gestellten Ablagerungen aufgezählt.

Das einzige auf weitere Strecken verfolgbare «Niveau» bildet die auffallende, mannigfaltig ausgebildete Transgressionsbreccie. Ein dolomitisch-kalkiger, oft aber rein kalkiger oder mergeliger bis toniger rötlicher Zement verbindet die (selten über kopfgroßen) kantigen, kantengerundeten bis gerundeten Komponenten. Dieselben können aus grauem Dolomit, grauen, gelblichen und rötlichen, zum Teil organogenen Kalken bestehen. Letztere wurden als zusammenhängende Schichten nirgends oder selten angetroffen, was auf eine beinahe vollständige Abtragung (oder nachträgliche tektonische Beseitigung) der liasischen oder dem ?Dogger angehörenden Ablagerungen schließen läßt. Eine rein tektonische Einpressung dieser Komponenten in die bereits bestehende Liasbreccie könnte beim Betrachten einzelner Aufschlüsse in Erwägung gezogen werden. Eine ausgedehntere Untersuchung läßt aber an vielen Stellen den sedimentären Charakter der vorwiegend kalkigen Breccie sicher erkennen. Somit wäre die heutige brecciöse Ausbildung nicht nur primär bedingt, sondern auch das

Ergebnis späterer tektonischer Vorgänge. Die von SCHILLER postulierte, mehrmalig einsetzende Transgression besteht zu Recht. Eine Abtrennung der verschiedenen Breccien konnte leider wegen der weitgehenden Verschuppung und Durchbewegung nicht durchgeführt werden.

Auf der West- und Nordseite des *Mot Spadla Bella* (siehe Fig. 5) wird die Transgressionsbreccie sowohl im Liegenden wie auch im Hangenden von Dolomit begrenzt, ist also in diesen eingefaltet oder eingeschuppt worden. Im Gebiet der ersten Bachrunse östlich dieser Erhebung ist die Breccie auf etwa 2230 m in einer Mächtigkeit von 4 bis 5 m über dem Hauptdolomit aufgeschlossen. Die Komponenten aus rot-weiß gebändertem, weißem bis grünlichem Kalk und grauem kalkigem Dolomit sind in ihren oberen Lagen tektonisch eingeregelt, was ein flaseriges Aussehen bedingt. Es ist wahrscheinlich, daß hier Lagen des darüberliegenden Aptychenkalkes bei tektonischen Bewegungen der Breccie einverleibt wurden. Es konnten jedoch keine Mikrofossilien und auch keine der auch hier im Aptychenkalk vorkommenden Aptychen gefunden werden.

Weiter östlich unter *Munt Russenna* ist die Breccie, teilweise mit recht vielen Dolomitkomponenten, mehrmals zwischen dem liegenden Dolomit und den hangenden, nur ab und zu aufgeschlossenen, roten Hornsteinen des Malms anzutreffen. Auf dem Rücken östlich des letzten «a» von «S-chaletta» ist sie unterhalb 2200 m sowohl in flaseriger, vorwiegend kalkiger als auch in dolomitreicher Ausbildung (mit deutlich gerundeten Komponenten) in der roten kalkig-mergeligen Grundmasse zu sehen.

Madals. Hier sind zusätzlich zu den bereits erwähnten Breccien noch andere liasische Sedimente erhalten geblieben. Sie lassen sich in den meisten Fällen nur auf kürzere Entfernung verfolgen. Die Aufstellung einer stratigraphischen Folge innerhalb dieser mannigfaltigen Ablagerungen wird durch eine starke Verschuppung so gut wie verunmöglicht. Die tektonische Beanspruchung ist oft feststellbar, sei es im schon erwähnten flaserig-gestreckten Aussehen der Komponenten der vorwiegend kalkigen Breccien oder in der örtlichen starken Verfältelung und Verschieferung der nicht als Breccien ausgebildeten Sedimente. Diese sind in folgender Ausbildung vertreten:

a) rote bis rotbraune Tonschiefer und Kalke, welche zugleich das häufigste Bindemittel der Breccien bilden

b) weinrote, z. T. mergelige Kalke
c) graue, z. T. gelblich bis gelblichbraun anwitternde, meist plattige Kalke und mergelige Schiefer
d) graue und rote Dolomite (selten) und
e) dolomitische plattige Kalke
f) rotweiß gestreifte Kalke (selten)
g) plattige bis schiefrige, hellgelb und grau gebänderte Kalke
h) dunkelgraue tonig-mergelige Schiefer
i) kieselige graubräunliche Kalke mit dünnen tonigen und kohligen Zwischenlagen
k) graue, gelblich anwitternde Kalke mit grünlichen bis grauschwarzen Hornsteinlagen
l) ebensolche Kalke mit roten Hornsteinlagen
m) roter Mergelschiefer mit rotbraunen Hornsteinlagen und -knollen
n) dunkelgraue, hellgrau bis bräunlich anwitternde Kalke und mergelige, knollige Lagen mit zahlreichen unbestimmbaren Fossilresten
o) hellgraue bis leicht rötliche dichte Kalke mit vielen Fossilientrümmern (Schalen, Seelilienstielglieder. Im Dünnschliff: dichter, z. T. rekristallisierter Kalk mit Querschnitten von Seeigelstacheln, Bryozoen, ?Radiolarien, ?Textularia).

Die größte Verbreitung haben die unter c aufgeführten Schichten. Ihnen folgen mengenmäßig a und b. Die Gesteingruppe n ist auf Madals-Süd (200 m SE P. 2073, auf gleicher Höhe) und das Val d'Ascharina beschränkt und scheint die tieferen Schichten des Lias zu repräsentieren. k, l, m mögen den Übergang zum Malm bilden oder bereits diesem zugehören, sie sind auch vorwiegend im Dache der erwähnten Schichtfolge anzutreffen. Die Hornsteinlagen sind durchwegs dünn ausgebildet (einige Zentimeter bis höchstens 1 dm), im Gegensatz zu den bis über metermächtigen Radiolariten und Hornsteinen des Malms.

Als Fossilien seien noch Encriniten-Stielglieder (darunter *?Pentacrinus)* erwähnt, die hin und wieder im roten Breccienzement oder im rötlichen Kalk vorkommen.

Am nördlichen Abhange des *Ascharinatales* erlangen die liasischen Bildungen größere Mächtigkeit, welche jedoch zur Haupt-

sache tektonisch bedingt ist. Auch liegt nicht mehr eine solche Mannigfaltigkeit der Sedimente wie auf Madals vor. Vorwiegend sind hell- bis dunkelgraue, grau bis gelblich anwitternde dichte Kalke. Diese massigen Gesteine sind gutgebankt, öfters aber plattig bis schiefrig und können dünnere helle Hornsteinlagen enthalten. Die bunten Breccien entsprechen weitgehend den schon beschriebenen. Erwähnenswert sind hellgraue und rötliche korallogene Kalkkomponenten im roten kalkig-tonigen Zement. Ferner kopfgroße, gerundete reine Dolomitbreccien-Komponenten (Hauptdolomit) in einem gelblichen stark kalkigen Zement. Auf Madals liegen auch solche Komponenten in der bunten Breccie eingebettet; sie sind aber kantig, und bei der vorhandenen starken Tektonisierung kann dort der Verdacht aufkommen, daß die bis Blockgröße erreichenden (nicht häufigen) Komponenten nachträglich tektonisch der Liasbreccie beigemengt wurden. Hier liegt aber der Beweis einer normalen Einsedimentierung norischer Dolomitbrecciенstücke vor. Die zerstörende Wirkung tektonischer Bewegungen auf die Stratigraphie ist auch auf dieser Talseite oberhalb 2200 m auf Schritt und Tritt sichtbar.

Gegen den *Piz Ajüz* hin ist eine vorübergehende merkliche Abnahme der Gesamtmächtigkeit des Lias zu verzeichnen. Auf der Westseite keilen die Kalkschiefer streckenweise vollständig aus. Nur die bunte Breccie mit den in rötlicher und gelblicher kalkiger Grundmasse eingebetteten grauen Dolomit- und farbigen Kalkkomponenten läßt sich als auffällige Unterlage (Verkehrtschenkel) der mächtigen, schwer zugänglichen Hauptdolomitmasse des Piz Ajüz verfolgen. Vereinzelte Überreste roten Kalkschiefers unterstützen die Farbwirkung. Auch dunkelgraue, dichte, meist stark verschieferte, gelblich anwitternde Kalke und rötliche bis hellgraue ?zoogene feine Breccien (ziemlich sicher den unter o aufgeführten Ausbildungen entsprechend) können in unmittelbarer Nähe dieser größtenteils von einigen bis ?10 Meter mächtigen Liaszone angetroffen werden. Erst auf *Mot da Müs-chel* schwillt der Lias wieder zu ansehnlicherer Mächtigkeit an. Auf dem Rücken selbst, bei P. 2353 und südwestlich davon, herrschen die bunten Breccien in fast allen bereits angeführten Ausbildungen vor. Verschiedenfarbige und auch nur graue kalkige, dolomitisch-kalkige und dolomitische Komponenten (kantig und gerundet) setzen die feinen bis gröberen (faustgroße Komponenten) Breccien zusammen, wobei Dolomit, Kalk und dolo-

mitischer Kalk als Komponenten entweder einzeln deutlich vorherrschen oder nebeneinander zu Breccie verbacken sein können. Die Ausbildung mit Kalk- oder gemischten Kalk- und Dolomitkomponenten wiegt aber vor. Die felsigen Abhänge der Nord- und Westseite vermitteln ein eindrückliches Bild der verwirrenden Tektonik, die hier herrscht. Viele der auf Madals bereits angetroffenen liasischen Sedimente sind auch hier vorhanden:

- graue, bis braungrau anwitternde, plattige bis schiefrige, beim Darüberlaufen scherbelig klingende Kalke
- graue Kalke mit schwarzen, hellbräunlich anwitternden dünnen Lagen und Knollen von Hornstein
- graue und rote, verschiedentlich auch weißgelbliche gebänderte Kalke, welche an geschützten Stellen oft mit einer gelben Kruste überzogen sind
- dichte, z. T. brecciöse Kalke mit mergeligen, schiefrigen rötlichen Partien
- roter mergeliger spätiger Echinodermenkalk.

Die meisten dieser Sedimente sind stark verschuppt und verknetet, Dolomitmassen (?norischer und ?ladinischer Dolomit) und -lagen wurden ihnen tektonisch zwischengeschaltet. Zimmergroße Blöcke rein dolomitischer Breccie (Hauptdolomit) sind in den erwähnten Bildungen eingelagert. Auch hier aber hat die Tektonik vieles überprägt, so daß man oft im Zweifel sein kann, was ursprünglich rein sedimentärer Natur und was ausschließlich tektonischen Ursprunges ist.

Die nunmehr beschriebene Liaszone setzt sich nördlich zwischen den zwei Ästen des Val Torta und weiter bis zu den ausgedehnten Schutthalden der Grava Lada fort, wo ihre nördliche Fortsetzung von diesen endgültig verdeckt wird. Die Bachgabelung auf 1900 m befindet sich im Kristallin. Oberhalb einer schmalen, mit Schutt und Vegetation überdeckten Zone setzt eine mächtige, fast ausschließlich aus grauen Kalkschiefern gebildete Sedimentfolge ein. Eine dolomitische Bank konnte nachträglich, im Laboratorium, festgestellt werden. Das graue, dicht aussehende Gestein unterscheidet sich in keiner Weise von den dickeren, in der Kalkschieferserie vorkommenden Lagen. Mit zehnprozentiger Salzsäure braust es scheinbar wie

ein Kalk. Die nähere Untersuchung ergab einen tektonisch zerriebenen Dolomit (die kleinsten Teile mikroskopisch klein), welcher mit Calcit vollständig ausgeheilt und fest verbacken wurde. Demzufolge ist es verständlich, daß SCHILLER «keine normal eingelagerte Dolomitbank» verzeichnen konnte. Da meine Feststellung leider erst nachträglich gemacht wurde, war es nicht mehr möglich, im Gelände nach weiteren solchen Einschaltungen zu forschen. Es ist anzunehmen, daß in der äußerst gequälten und verfältelten «Kalkschiefermasse» solche dolomitischen Lagen wiederholt vorkommen. Von etwa 2100 m Höhe an, und bis unter den überschobenen Triasdolomit ob 2200 m, baut sich die Schichtfolge aus grauen dünnbankigen bis plattigen, ab und zu etwas dolomitischen Kalken mit grauen bis grauschwarzen Hornsteinschnüren und -lagen, die gelblichbraun anwittern können, auf. In der Wechsellagerung Kalk-Hornstein ist letzterer meist in zentimeter- bis dezimeterdicken Lagen ausgebildet; millimeterfeine Wechsellagerung wurde auch beobachtet. Der Kalk wiegt im ganzen Kalk-Hornstein-Schichtkomplex stark vor. Mergelkalkschiefer sind auch anzutreffen. Lokal treten rötliche und gelbliche Kalke sowie die weinroten mergeligen Kalke auf, die auch hier im Zement der allerdings wenig verbreiteten Breccie mit Kalk- und Dolomitkomponenten vorkommen. Beim südlichen Bachast auf 2120 m ist, wohl als Folge einer Verschuppung, zwischen Triasdolomiten eine 3 bis 4 m mächtige, quer zur Bachrinne verlaufende Schuppe aus hellgrauem bis weißlichem, gelblich anwitterndem plattigem Kalk aufgeschlossen. In ihren oberen Lagen und als fraglicher Übergang zum hangenden Dolomit (verkehrte Lagerung?) schaltet sich eine etwa 1 m mächtige sedimentäre Breccie ein, deren kantige, sehr kleine und bis über 1 cm große, dunkelgraue Dolomitkomponenten im hellgrauen, deutliche Fließstrukturen zeigenden Kalk eingebettet sind. Sie läßt sich, quer zur Bachrinne, etwa 15 m weit verfolgen.

Zum Schlusse sei nochmals auf die Möglichkeit hingewiesen, daß einzelne dolomitfreie Breccien und verschiedenfarbige kalkige Einschaltungen jünger als liasisch sein und sogar dem Malm angehören könnten. Gewisse Sedimente kommen in beiden Stufen in kaum unterscheidbarer Ausbildung vor (vgl. Malm). Dünnschliffe konnten, wegen Fehlens typischer Merkmale, zur Trennung nicht herangezogen werden.

Die oberostalpine Schichtfolge der Unterengadiner Dolomiten-Decke wird nach oben durch die Sedimente des Malms abgeschlossen. Diese oberjurassischen Vorkommen beschränken sich im wesentlichen auf die südliche Hälfte des Gebietes, von der Inneren Scharte über Munt Russenna–Madals und bis zum Nordhange des Val d'Ascharina. Es besteht die Möglichkeit, daß Teile davon weiter nördlich als mitgerissene Schubspäne an der Basis der Lad-Schuppe vorhanden sind. Ihre Trennung von den liasischen Bildungen ist aber der ähnlichen Ausbildung wegen praktisch unmöglich. Die Zuweisung folgender Sedimente zum Malm konnte nur auf Grund lithologischer Vergleiche vorgenommen werden. Rote (dunkel blutrot bis hell ziegelrot), grüne und schwarze Hornsteine, zum Teil als Radiolarite ausgebildet, folgen über den Lias- und fraglichen Doggersedimenten stellenweise auch direkt über dem Norien. Ihre Liegendgrenze ist als Bewegungsfläche zu deuten. Die Radiolarite oder Hornsteine sind selten mehr als einige Meter mächtig. Häufige Begleitgesteine sind weinrote bis violette und auch grünliche mergelige bis tonige Schiefer. Wo sie im Liegenden der Hornsteine oder einzelne Schuppen bildend auftreten, ist eine Unterscheidung der roten Schiefer von den gleich ausgebildeten des Lias nicht mehr möglich.

Über dem Hornsteinkomplex folgen die den größeren Teil unseres Malms einnehmenden, oft sehr stark rekristallisierten Kalkablagerungen. Als häufigstes Gestein treten dunkel- bis hellgraue, dünnbankige bis feinplattige (teilweise dickgebankte), zuweilen gelblich oder bräunlich anwitternde, z. T. etwas mergelige Kalke auf. Weiße Calcitadern durchsetzen netzartig vor allem die hellgrauen dichten Kalkbänke. Mehr örtliche Verbreitung haben weißliche, gelbliche, rötliche und hellgrüne Kalke. Letztere lieferten die einzigen Makrofossilien (siehe unten).

Die über die Sedimente hinweggefahrene Kristallinmasse des Ötztales ließ merkliche Spuren zurück. Einzelne Schichtstöße wurden gestreckt, ausgewalzt, verfaltet. Besonders an den grauen Kalken fällt das gestreckte, holzartige Aussehen auf. Mikrofossilien wurden auch in den tektonisch scheinbar ungestörten Lagen vollständig rekristallisiert oder zu länglich gestreckten Gebilden ausgezogen, so

daß auf genauere für die Stratigraphie wichtige Bestimmungen verzichtet werden mußte.

Von der *Fuorcla Lunga* bis zum *Mot Spadla Bella* weisen die allgemein nach Osten einfallenden Kalke eine Mächtigkeit auf, die mehr als 100 m betragen kann. Gegen Nordosten, am Westrande des großen Kessels von *Munt Russenna,* nimmt sie schnell ab, und im *obersten Val S-chaletta* beträgt sie nur noch 10 bis 20 m. Die überwiegend roten Radiolarite mit den sie begleitenden gleichgefärbten Schiefern setzen 250 m nördlich P. 2564,9 ein und lassen sich als vielfach unterbrochenes Band im Liegenden der Kalkbildungen gut verfolgen. Unterhalb P. 2432,3 (Mot Spadla Bella) bildet der Radiolarit eine bis 4 m mächtige Lage. Er kann auch als 10 bis 30 cm dicke Einlagerungen mit dem grauen Kalk wechsellagern, ist in seinem Vorkommen aber stets auf die liegenden Teile des Malms beschränkt. Übergänge von Radiolarit zu gleichfarbigem Schiefer, zu grünen oder grauen Kalken können verschiedentlich beobachtet werden. Am bequemsten erreichbar sind die Aufschlüsse am Bacheinschnitt östlich des Mot Spadla Bella in ungefähr 2230 m Höhe. Über der bunten Liasbreccie (4–5 m), welche gegen oben völlig dolomitfrei sein kann, folgen etwa 2 m roter Radiolarit[8] und weinrote bis violette Mergelschiefer mit Übergängen zu hellgrünen oder direkt zu den grauen plattigen Kalken. Auf der Ostseite der kleinen Schlucht können in den grünlichen Kalken bereits hellgraue bis leicht bräunliche Makrofossilreste erkannt werden. In der nahen Bachrunse östlich davon (bei Koord. 828740/188840/2260) sind die hellgrünen Kalke[9] mit bis zu 5 cm großen, enggerippten Aptychen durchsetzt. Es war mir in der Folge nicht möglich, auch nur einige davon aus dem Gestein herauszupräparieren. Auch Anschliffe führten zu keinem befriedigenden Ergebnis, so daß eine nähere Bestimmung nicht möglich war. Es ist eine bekannte Erscheinung, daß durch die Verwitterung Fossilien so gut herauspräpariert werden, daß sie dann bestimmbar sind. An dieser Stelle befindet sich aber der grüne Kalk entweder unter den schützenden, darüberliegenden Kalkwänden oder er ist vom Bachwasser glattpoliert. Durch Zersägen der Handstücke konnte noch ein 4 cm langer Belemnit gefunden

8 Das rein kieselige Gestein zeigt im Dünnschliff eine große Zahl Radiolarien. Sie können schon mit der Lupe als rundliche Gebilde wahrgenommen werden.

9 Schwach rekristallisierter, dichter Kalk.

werden. Die kaum einen Meter mächtigen hellgrünen Kalke gehen nach oben in die grauen plattigen Kalke über.

Auf *Madals* erlangen die dem Malm zugewiesenen Sedimente wiederum eine ansehnliche Mächtigkeit. Sie bauen den ganzen obern Teil dieses Höhenrückens von etwa 2180 m im Westen bis P. 2315 im Osten auf.

Die Grenze zwischen Malm und Lias ist wegen der starken Verschuppung und dem erwähnten ähnlichen Aussehen von Ablagerungen beider Stufen oft außerordentlich schwer zu erkennen. Zuunterst in der stratigraphischen Folge treten, besonders auf der südwestlichen Seite von Madals, rote, grüne und graue bis schwarze Hornsteine auf, allein oder in Wechsellagerung mit kalkigen, mergeligen oder tonigen Schiefern. Sowohl in den roten wie in den schwarzen Hornsteinen wurden Radiolarien festgestellt. Einzelne Hornsteinbänder sehen durch Entfärbung (?) weißlich aus. Der Hornstein-Kalk-Schiefer-Komplex kann auf Madals über 50 m stark sein; es ist jedoch sehr wahrscheinlich, daß diese Mächtigkeit durch tektonische Einflüsse zustande kam. Über dem genannten Komplex folgen graue, feinbankige bis plattige Kalke, oft von einem Calcitadern-Netz durchzogen. Gelblichweiße etwas grün und rosa gestreifte dichte Kalke kommen auch vor. Sehr auffallend treten sie ungefähr auf der Mitte des Rückens von Madals auf, wo sie einen von weitem sichtbaren hell leuchtenden Fleck bilden. Ihre Oberfläche ist karrig verwittert. Sie sind stark rekristallisiert und völlig fossilleer.

Im oberen *Val d'Ascharina* sind neben spärlichen grünlichen und violetten Kalklagen fast ausschließlich hellbläuliche bis graue, bankige bis plattige verschieferte und holzartig aussehende, gestreckte Kalke, die grau und gelblich anwittern, anzutreffen. Hie und da sind dünne Hornsteinlagen eingeschaltet. Alle diese Sedimente sind teilweise in enge Falten gelegt und stark zerrüttet worden. Gegen die Chaldèra zu, wo sie zwischen gleichartigen Schiefern oder norischen Dolomiten eingeschuppt sind, dünnen sie bald endgültig aus (siehe Anfang des Kapitels). Ein Vorkommen, das erwähnenswert scheint, liegt im Bacheinschnitt der Ascharina zwischen 2345 und 2380 m. Im unteren Teil sind es grüne, im oberen violettrote, vollkommen tektonisierte, zu Grus zerfallende Gesteine, welche die Südseite der Runse auffällig färben. Die Dünnschliffuntersuchung zeigte, daß es sich um Gesteine des Radiolarienhornstein-Komplexes des Malms

handeln muß. In den roten, feinchalcedonisch ausgebildeten Partien konnten Radiolarien erkannt werden. Die grünen, ebenfalls stark quarzhaltigen Gesteine dürften einem kieseligen Kalk entsprechen, wie er als Übergang von Hornstein zu Kalkschiefer angetroffen werden kann. Möglich wäre es auch, daß hier der grüne Aptychenkalk vorliegt, welcher durch intensive Tektonisierung und nachträgliche Verkieselung zum nun vorliegenden Gestein umgewandelt wurde (vgl. S. 57). In beiden Fällen bildet dies einen wenn auch nur schwachen Anhaltspunkt zur stratigraphischen Einordnung der in unmittelbarer Nähe vorkommenden, oft recht atypischen, bereits erwähnten grauen Kalke und Schiefer.

Zum Schluß sei erwähnt, daß die obere Grenze des über dem Radiolarienhornstein folgenden Aptychenkalkes wahrscheinlich nicht mit dem Farbwechsel von grün zu grau übereinstimmt. Trotz des Fehlens von Aptychen in den grauen Kalken dürfte die Grenze in letzteren liegen. In welchem Horizont wissen wir allerdings nicht. Durch Vergleiche mit den altersmäßig festgelegten Funden auf Plattas (Burkard, 1953) erscheint es wahrscheinlich, daß in unserem Gebiet in den grauen, monotonen und fossilarmen Kalken als jüngstes Sediment der Decke der Unterengadiner Dolomiten noch oberster Malm vertreten ist.

II. TEIL

TEKTONIK

Übersicht[10]

In der gegen Nordosten ausdünnenden *Scarl-Decke* tritt die Gliederung in einen Unter- und Oberbau, wie sie für den größten Teil der Decke der Unterengadiner Dolomiten von W. Spitz und G. Dyh-

10 Siehe auch «Übersicht» auf S. 8/9, «Allgemeines» auf S. 10/11 sowie Fig. 4.

RENFURTH nachgewiesen wurde, nicht so deutlich in Erscheinung. Diskordanzen an Schubflächen sind nur stellenweise sichtbar, da letztere weitgehend konkordant mit der Lagerung verlaufen. Verschiedenes Verhalten von Teilelementen von Sedimentfolgen gegenüber tektonischer Beanspruchung kann jedoch auch in unserem Gebiete festgestellt werden. Eine tektonische Gliederung ist demzufolge wohl möglich; der Versuch einer scharfen Abgrenzung der Einzelelemente stößt aber oft auf große Schwierigkeiten. Im Val d'Assa und bis zum Val d'Ascharina kann, entsprechend der von G. BURKARD in der S-chalambert-Gruppe vorgenommenen tektonischen Gliederung, ein Unter- und ein Oberbau unterschieden werden, wobei im Oberbau noch eine Unterteilung in einen eigentlichen «Oberbau» und einen Dachstock möglich ist.

Der Dachstock besteht aus Sedimenten des Jura (Malm und Lias z. T.), er weist Kleinfaltung und Schuppenbau auf.

Den Oberbau bilden Dolomite des Norien und ein Teil des Lias. Starres Verhalten des Hauptdolomites, Schuppen und Bruchtektonik sind hier typisch.

Am Aufbau des Unterbaues sind beteiligt: der obere Gneiszug bis und mit Ladinien. Faltenbau herrscht vor.

Da das Carnien fehlt bzw. nicht nachgewiesen werden kann, müssen wir die Grenze zwischen Unter- und Oberbau an der Basis des Noriens ziehen. Eine scharfe Abgrenzung des Dachstockes ist nicht immer möglich. Auf Madals z. B. greift die Bruchtektonik des Oberbaus bis in den Dachstock hinein.

Vom Val d'Ascharina gegen NE wird die Trennung in verschiedene Stockwerke immer schwieriger, da die ausgedünnte Scarl-Decke durch die Überschiebung der Lad-Scholle und Ötztalmasse tektonisch sehr intensiv beansprucht wurde. Die einzelnen Stockwerke setzen in der gegen NE ausdünnenden Scarl-Decke eines nach dem andern aus: im hinteren Val d'Ascharina der Dachstock, westlich des Piz Ajüz der Oberbau und schließlich, unterhalb Mot da Müs-chel, auch der Unterbau. Eine ähnliche Erscheinung liegt im Schlinigtal auf Alp Sursass vor, wo die Sedimente zwischen Silvrettakristallin im Liegenden und Ötztalkristallin im Hangenden so stark eingeengt und tektonisch beansprucht wurden, daß eine starke Verschuppung und Verfaltung der Schichtfolge zustande kam.

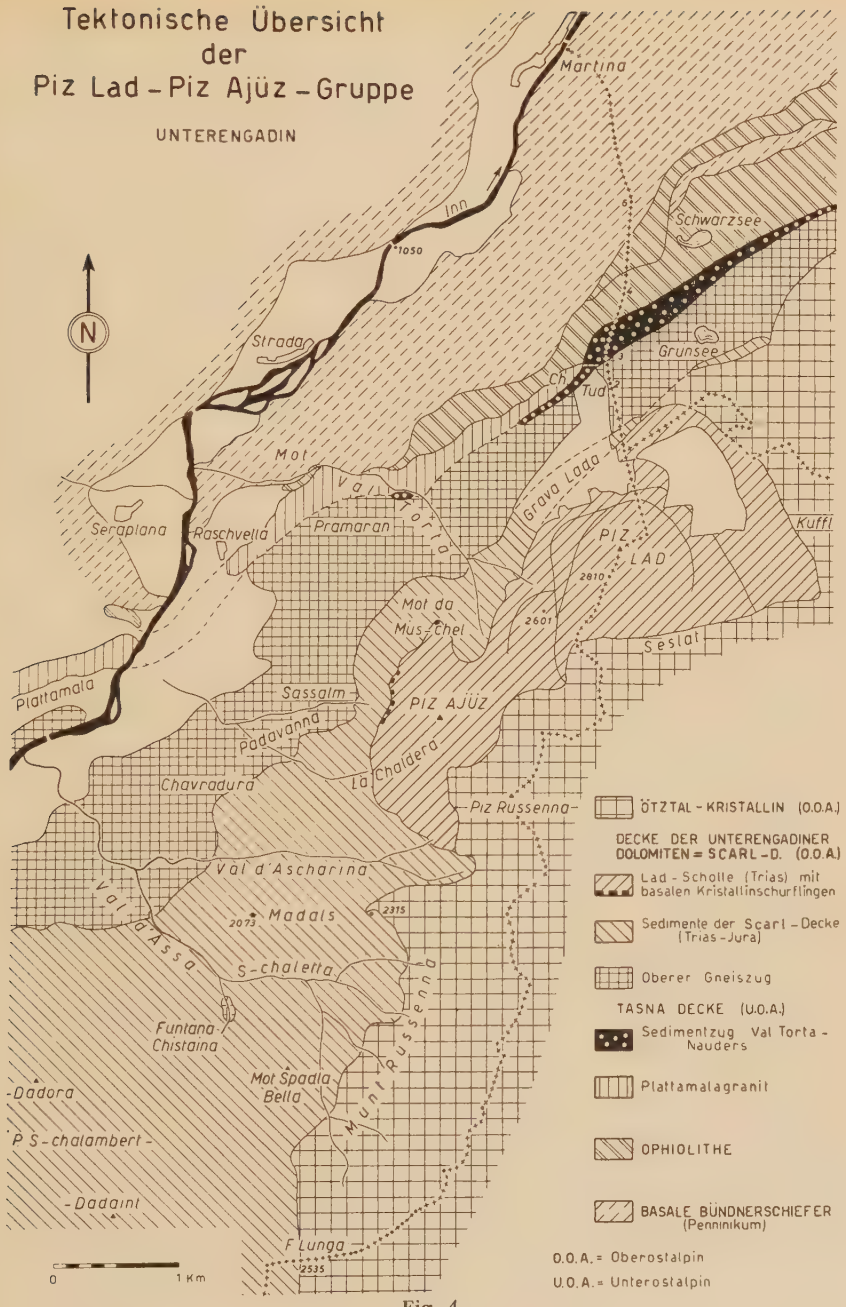

Tektonische Übersicht
der
Piz Lad – Piz Ajüz – Gruppe
UNTERENGADIN
N
Martina
Inn
1050
Schwarzsee
Grunsee
Ch. Tud
Strada
Mot
Val Torta
Grava Lada
Kuffi
Seraplana
Raschvella
Pramaran
PIZ LAD
2810
2601
Mot da Mus-Chel
Seslat
Plattamala
Sassalm
PIZ AJÜZ
Padavanna
La Chaldera
Chavradura
Piz Russenna
Val d'Ascharina
Val d'Assa
2073
Madals
2315
S-chaletta
Funtana Chistaina
Mot Spadla Bella
Muni Russenna
-Dadora
P S-chalambert-
-Dadaint
F Lunga
2535
0
1 Km
ÖTZTAL-KRISTALLIN (O.O.A.)
DECKE DER UNTERENGADINER DOLOMITEN = SCARL-D. (O.O.A.)
Lad-Scholle (Trias) mit basalen Kristallinschurflingen
Sedimente der Scarl-Decke (Trias-Jura)
Oberer Gneiszug
TASNA DECKE (U.O.A.)
Sedimentzug Val Torta-Nauders
Plattamalagranit
OPHIOLITHE
BASALE BÜNDNERSCHIEFER (Penninikum)
O.O.A. = Oberostalpin
U.O.A. = Unterostalpin

Fig. 4

Von SW nach NE zeigt sich eine mit der Abnahme der Mächtigkeit parallel gehende deutliche Zunahme der Verschuppungsintensität.

Die kristalline Unterlage der Scarl-Decke (Oberer Gneiszug) weist Unregelmäßigkeiten auf. Von der S-chalambert-Gruppe, wo sie in etwa 1900 m aufgeschlossen ist, sinkt ihre Obergrenze bis zum Val d'Assa rasch auf 1550 m ab, um in einem mehr oder weniger regelmäßigen (zwischen Padavanna und Sassalm sehr starken) Anstieg in Sassalm einen weiteren Höhepunkt auf 2100 m zu erreichen. Bis nördlich Mot da Müs-chel hält sich ihre Grenze stets etwas oberhalb 2000 m Höhe und erreicht mit einem raschen Abstieg im Val Torta einen weiteren Tiefpunkt auf 1900 m. Ein ebenso rascher Aufstieg bringt ihre Obergrenze am südwestlichen Rande der Grava Lada-Schutthalde wiederum höher als 2000 m. An der Schweizergrenze ist der Gneiszug ungefähr auf Kote 2000 sichtbar aufgeschlossen. Es kann vorläufig nicht sicher entschieden werden, ob seine deutlich wellenförmige Oberfläche eine transportierte oder eine am Platze entstandene Struktur darstellt. Diese ist wahrscheinlich teilweise vor dem Transport, teilweise während der «mise en place» zustandegekommen. Das Kristallin trägt zum Teil noch seine auf ihn abgelagerte Sedimentdecke (Val d'Assa, Padavanna, Sassalm), zum Teil fehlt die ganze Trias, und die jurassischen Sedimente liegen, wahrscheinlich aufgeschoben, unmittelbar der kristallinen Unterlage auf (Val Torta, Grava Lada).

Die über der auskeilenden Scarl-Decke, vom Val d'Ascharina an gegen NE, aufgeschobene *Lad-Scholle* ist als ein tektonisch selbständiger Komplex anzusehen, der in sich selbst stark verschuppt ist. Die Lad-Scholle liegt vom Val d'Ascharina an über La Chaldèra, Mot da Müs-chel und Grava Lada den Sedimenten der Scarl-Decke auf. Im Norden und Osten dagegen ruht sie unmittelbar auf dem Ötztalkristallin. Dieses ist als ursprüngliche Unterlage der Sedimente anzusehen, die nachträglich eine geringfügige Abscherung erlitten. Lad-Scholle und Scarl-Decke werden von der darübergeschobenen Kristallinmasse des Ötztals überlagert, welche nach E. Wenk (1934) als rückwärtiger, nach J. Cadisch eher als seitlicher Teil des Silvrettakristallins angesehen wird.

Das Ötztalkristallin hat sich seiner unebenen Unterlage bei der

Überschiebung angepaßt. Im S bildet es in der Gegend der Fuorcla Lunga (2535 m) ein ausgesprochenes Gewölbe, dessen Südschenkel steil (im Rojental bis auf 2400 m hinunterreichend) und dessen Nordschenkel flach (E des Mot Spadla Bella und Munt Russenna bis rund 2300 m hinunterreichend) ausgebildet ist. Im Südosten ist die Steilstellung des dem Südschenkel entsprechenden Teiles gegen den Rassasergrat hin (Anstieg nach WNW bis 2800 m) noch erheblich größer. Gegen Norden sind bis zum Piz Lad im kristallinen Erosionsrand keine größeren queren Einschnitte zu verzeichnen, welche uns über die Lage der Ötztalmasse genaueren Aufschluß geben könnten. Diese scheint bis zum Val d'Ascharina (abgesehen von einem örtlichen Anstieg im obersten S-chalettatal südlich P. 2315) nordwestlich einzufallen. Nördlich des Val d'Ascharina tritt eine rasch erfolgende Änderung ein. Im oberen Teil dieses Tales muß eine W–E verlaufende Störung durchgehen. Die Verstellung erfolgte sehr wahrscheinlich an einer steilstehenden Fläche sowohl horizontal (Blattverschiebung) als auch vertikal (Verwerfung). Die Südseite ist, auf die Nordseite bezogen, nach W verschoben und gleichzeitig abgesunken (s. weiter unten). Dies äußert sich auch in der höheren Lagerung des Malms auf der Nordseite. Über diesem liegt die Unterfläche der Kristallinmasse vorerst in etwa 2500 m Höhe flach (auf dieser etwas mehr als 100 m langen Strecke verläuft der Erosionsrand W–E), um, bald an das Norien der Lad-Scholle angeschoben, deutlich nach Osten einzufallen (also in umgekehrter Richtung wie auf Munt Russenna). Beim Grubenjoch muß eine weitere, etwa NW–SE verlaufende Störung durchgehen; denn die südlich davon nur schwach östlich einfallende Unterfläche fällt am Piz Lad (SW P. 2745) viel steiler ein. Östlich Gratpunkt 2745 sinkt die Kristallingrenze, dem steilen östlichen bis südöstlichen Einfallen der Kristallinunterfläche gemäß, rasch über Seslat hinunter (zum großen Teil unter Schutt und Moränenbedeckung). Südlich Kuffl vereinigen sich die Kristallinmasse der Unterlage und die auf die Lad-Sedimente aufgeschobene zu einer Einheit.

Die etwa W–E gerichteten Störungen im Ötztalkristallin sind am ehesten mit Übergangsstellen von Flexuren in Verwerfungen zu vergleichen. Sowohl im oberen Val d'Ascharina als auch südlich des Piz Lad läge die Verwerfung im Westteil und die «Flexur» im Ostteil der Störung.

Tektonische Einzelbeschreibung des Gebietes zwischen Val d'Assa und Piz Lad

1. Mot Spadla Bella bis S-chaletta

Guten Einblick in die geologisch-tektonischen Verhältnisse der von der S-chalambert-Gruppe gegen NE fortsetzenden Scarl-Decke gewährt uns das tief eingeschnittene obere Val d'Assa im Gebiet der Funtana Chistaina. Der große nach NW geöffnete Munt Russenna-Kessel wird im Südwesten durch die Erhebung des Mot Spadla Bella abgeschlossen (Fig. 5). An seiner schroffen felsigen Westseite ist von der Kristallinunterlage bei Funtana Chistaina bis zum Malm des Gipfels die ungefähr 600 m mächtige Schichtfolge der Scarl-Decke aufgeschlossen. Über das nur lokal aufgeschlossene und auf der Unterlage unruhig gelagerte Permo-Werfénien und Anisien folgt, im normalen Schichtverband oder abgeschert, die wohlgeschichtete, im allgemeinen schwach nach Norden einfallende Masse des Ladinien. Sie zeigt gelegentlich sehr deutliche Faltung. Es handelt sich durchwegs um kleinere Falten (Radien von einigen Metern, ausnahmsweise von etwa 10 m Radius). Ihre Achsen streichen verschieden, am häufigsten etwa N 60° E. Am Fuße der senkrechten Felswand wurde eine größere Falte beobachtet, deren Achse ungefähr parallel dem Haupttälchen, also etwa S–N, streicht. In den senkrecht aufragenden Wänden konnten wir keine Faltung feststellen. Die schmale, aber deutliche Schulter in etwa 2200 m Höhe kann als «Spur» der östlichen Fortsetzung der mächtigen Raiblermasse zwischen den zwei S-chalambert-Gipfeln angesehen werden. Sie bildet die Grenze gegen das darüberlagernde ungeschichtete und stark zerrüttete Norien, das wir in den Oberbau stellen. In diesem eingeschuppt oder eingefaltet, finden sich größere Anhäufungen von bunten liasischen Breccien und selten auch wenig mächtigen Schiefern. Über einer scharfen Überschiebungsfläche folgen alsdann die wohlgeschichteten Glieder des Dachstockes, nämlich Radiolarit und plattige Kalke des Malm. Diese weisen ein allgemeines südöstliches Einfallen von 20 bis 40° auf, wobei auch ihre Streichrichtung, der unebenen Diskordanzfläche gemäß, ziemlichen Schwankungen unterworfen sein kann.

Die soeben vom Mot Spadla Bella beschriebene tektonische Gliederung läßt sich – die unteren Teile des Unterbaus ausgenommen

Fig. 5. **Ansichtsskizze des Kessels von Munt Russenna**

Schutthalden, Gehängeschutt, Moränenmaterial

Oetztal-Kristallin

Plattige Kalke (unten Aptychenkalk z. T.), Radiolarite } Malm

Bunte Breccien, Schiefer — Lias-? Dogger

Dolomitbreccie, Hauptdolomit } Norien

Dolomit — Ladinien

Fig. 6. **Val S-chaletta. Blickrichtung talaufwärts nach Osten**

(Kristallin, Permo-Werfénien und Anisien) – um den ganzen Kessel des Munt Russenna verfolgen. Die Verhältnisse sind jedoch nicht sehr übersichtlich. Besonders an der Grenze zwischen Oberbau und Dachstock ist oft wirre örtliche Faltung und Verschuppung zu verzeichnen. Es sei noch auf die auffällige Faltung des zum Unterbau gehörenden Ladiniens hingewiesen. Im Val S-chaletta (Fig. 6) fallen die im Mittel- und Unterlauf in Bachnähe nur auf der Südseite des Tälchens aufgeschlossenen Schichten beinahe senkrecht ein und streichen ungefähr W–E in Talrichtung. Es sind hier die unteren Teile der auf der Westseite des Mot Spadla Bella schwach nach Norden einfallenden Schichten zu etwas größeren Falten zusammengestaucht worden. Das Tal wurde in der Achsenrichtung angelegt. Der Kern einer Falte (Achsenrichtung etwa ENE) ist zuhinterst im Tälchen

noch erkennbar. An dieser Stelle erreicht eine mit 18° gegen E einfallende Störungslinie den Talboden. Es steht somit außer Zweifel, daß hier Faltung, kleine Verwerfungen und Abscherungen zusammen vorkommen. Die Antiklinalumbiegungen wurden zum Teil wahrscheinlich abgeschert oder wegerodiert. Im oberen Val S-chaletta ist besonders in der oberen Hälfte des Unterbaus, an den hohen Felswänden, ein verworrener Falten- und Schuppenbau sichtbar.

2. Val d'Assa bis Höhenrücken Madals

Das Val d'Assa ist in seinem unteren Teil, vom Inntal bis etwas oberhalb der Einmündung des Val d'Ascharina (P. 1448), in den Oberen Gneiszug eingeschnitten (siehe Burkard, 1953). Etwa 430 m SSE Punkt 1448 ist als tiefstes Sediment Anisien aufgeschlossen. Es bildet hier, wie auf Seite 22 beschrieben, eine nur teilweise sichtbare, ungefähr nach N überkippte Synklinale. Der Felssporn, welcher fast bis zum Bach hinabreicht, gehört zu dem nahe dem verborgenen Scheitel sehr steil einfallenden Südschenkel der Falte. Das Fallen der Schichten nach SE beträgt durchschnittlich 50 bis 55°.

Wir kehren zurück und folgen dem Weg über den Assabach nach Madals. Auf etwa 1550 m Höhe verläßt er die sichtbar aufgeschlossene Kristallinunterlage. Bis 1670 m sind nur Moräne und Schutt zu verzeichnen, welche die Kristallin-Sediment-Grenze verdecken. Von hier bis in 1800 m Höhe führt der Weg in dem allgemein südöstlich einfallenden, geschichteten Ladinien hin und her. Stark abweichende Streichrichtungen deuten auf lokale Störungen hin. Nach einer kleineren, aufschlußlosen Strecke stellt sich die darüberliegende Masse des Oberbaus ein, die bis oberhalb der Grenzwächterhütte (P. 2073) reicht. Auf der Westseite des Rückens von Madals ist folgendes Profil aufgeschlossen[11]:

---

11 Die aufgezählten Schichtglieder, mit Ausnahme des fraglichen Carnien (3) und des Lias (1), lassen sich sowohl auf der Süd- als auch auf der Nordseite von Madals weiterverfolgen und stehen in Verbindung mit den entsprechenden Bildungen von Val S-chaletta–Mot Spadla Bella einerseits, Val d'Ascharina–Ajüz–Lad andererseits. Der Lias des liegenden Schenkels der postulierten Falte läßt sich nur etwa 300 m weit beiderseits des Rückens verfolgen, wo er auskeilt. Das fragliche Carnien konnte nur in der Umgebung des Saumpfades, also auf der Westseite, ausgeschieden werden.

oben (etwa 2140 m)

7. Lias-Schiefer (soweit nicht bereits dem Dachstock angehörend)
6. Bunte Liasbreccie (vorwiegend Dolomitkomponenten in rotem, tonig-mergeligem Zement)
5. Hauptdolomitbreccie (rein dolomitisch, grau)
4. Hauptdolomit (massig, grau, sehr oft kristallin)
3. hellgraue, stark zerfallende, örtlich hellbräunlich anwitternde und sandig anzufühlende graue, dichte Dolomite (mehrmals zwischen 2 und 4 eingelagert oder eingespießt. ?Carnien)
2. Hauptdolomit (wie 4, mit kleinerer Einspießung von ?Lias-Schiefer)
1. Bunte Liasbreccie (wie 6. Nördlich des Weges auch hellgraue bis leicht rötliche dichte, organogene Kalke. Siehe unter «o» auf S. 46).

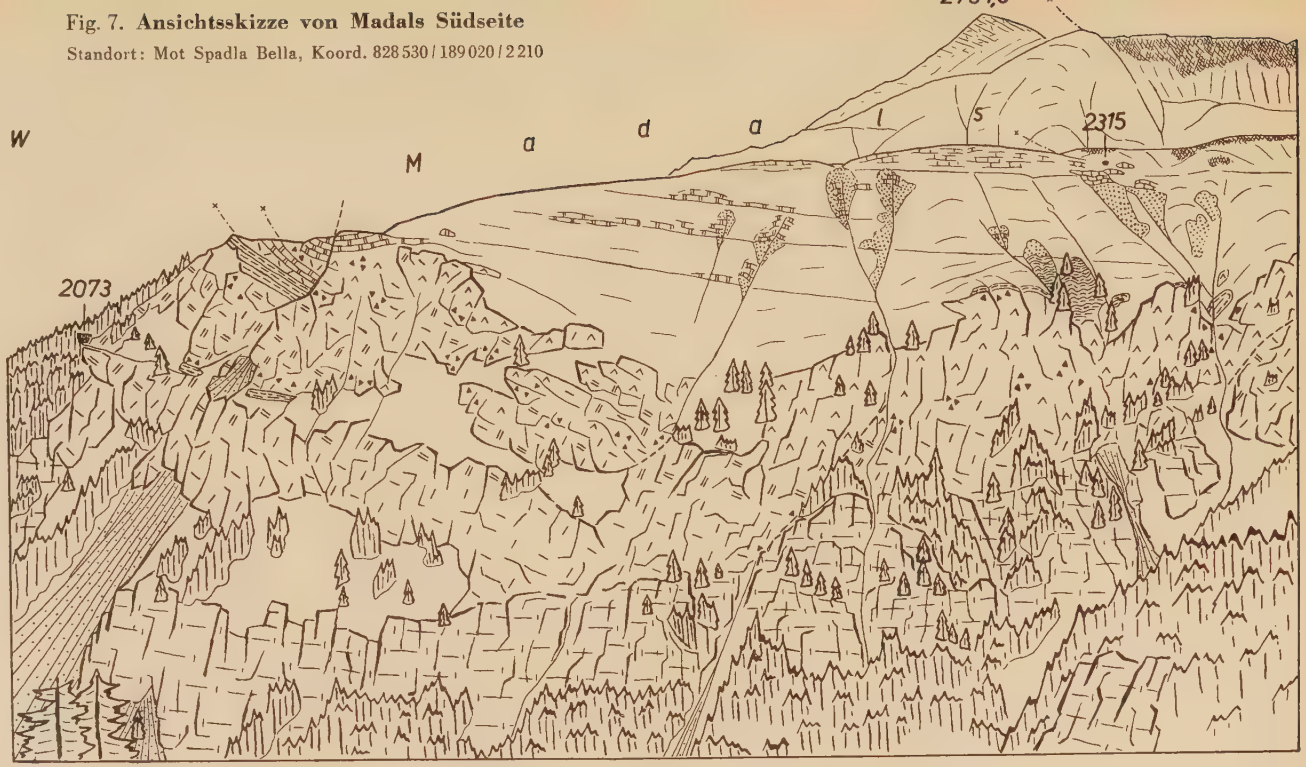
unten (etwa 1840 m).

Auf Grund dieser Beobachtungen müssen wir mit dem Vorhandensein einer großen, vermutlich nach NW überkippten und nicht sehr einfach gebauten Falte rechnen. Weder im massigen und oft zerrütteten norischen Dolomit noch in den anderen hier vertretenen Sedimenten konnten brauchbare Messungen ausgeführt werden. Große, N–S verlaufende Störungen sind in diesem Gebiet sowohl auf der Nord- als auch auf der Südseite zu sehen. Den Kern der Falte würden die fraglich carnischen Dolomite (Punkt 7 in obenstehendem Profil) bilden, die wir als die auskeilende nordöstliche Fortsetzung der großen Raiblermasse zwischen den zwei S-chalambert-Gipfeln betrachten.

Östlich der Grenzwächterhütte ist bis auf 2175 m Höhe eine letzte felsige Stufe vorhanden. Diese Felsstufe beherbergt eine äußerst komplexe Schuppenzone, in welche die Grenze zwischen Oberbau und Dachstock fällt. Die Gesteine des Malms und der noch zum Dachstock gehörende Liasanteil wurden bei der Überschiebung mit den hangenden Sedimenten des Oberbaus (norischer Dolomit, Dolomitbreccie, Liasbreccien) sehr intensiv verschuppt. Dazu stellen sich Verwerfungen ein, die bis in den Oberbau hinab reichen können (siehe Fig. 7). Eine Detailkartierung dieses obersten und westlichsten Teiles von Madals bestätigte den komplexen tektonischen Bau dieser Zone. W. Schiller gibt (1904) auf Seite 41 seiner Arbeit ein «be-

Fig. 7. **Ansichtsskizze von Madals Südseite**

Standort: Mot Spadla Bella, Koord. 828530/189020/2210



Verwerfungen, Überschiebungen

Schutthalden, Gehängeschutt, Moränenmaterial

Oetztal-Kristallin

Kalke und Kalkschiefer } Malm

Tektonisch durchbewegte Breccien

Bunte Breccien

Plattige Kalke, Mergelkalke, Tonschiefer (im W mit Einlagerungen von Hornsteinen) } ? Dogger

Reine Dolomitenbreccie

Hauptdolomit } Norien

Dolomit } Ladinien

liebiges Profil» dieser «bunten Reibungszone». Er erkannte, daß die hier vorliegende Sedimentfolge durch tektonische Vorgänge gestört war, und versuchte, die stratigraphische Zugehörigkeit der einzelnen Schuppen und Lagen zu ermitteln. Zuunterst wurde Wetterstein (= Ladinien) verzeichnet, darüber fraglicher Raibler, fraglicher Wetterstein und wiederum fraglicher Raibler vermerkt. Als Abschluß noch Tithon. Es kann noch folgendes über diese Schuppenzone behauptet werden: an ihrem Aufbau beteiligen sich mit größter Wahrscheinlichkeit nur oberste Trias und Jura. Der Lias lieferte den Hauptteil der heute als Schuppen vorliegenden Gesteinspakete.

Über dieser Zone liegen mit einem allgemeinen südöstlichen bis östlichen Einfallen von 15 bis 35° die dem Dachstock zugehörigen Sedimente des Juras. Aber auch nördliches bis nordwestliches oder südliches Einfallen sind keine Seltenheit. Die unregelmäßige Unterlage im Hangenden des Oberbaus und die erfolgten Verstellungen in diesem und im Dachstock spiegeln sich im instabilen Streichen dieser Sedimente wieder. Der Rücken wurde, besonders auf seiner Westseite, von einer Anzahl steil westlich einfallender Staffelbrüche durchsetzt, wobei nach W die einzelnen Schollen tiefer liegen (siehe Fig. 7). Die intensive Faltung und vor allem Fältelung ist besonders gut auf beiden Seiten (Nord- und Südseite) von Madals zu sehen. Eindeutige Rollfalten konnten nur im obersten Val d'Ascharina festgestellt werden.

Die auf der Karte von Schiller 320 m westlich der Schäferhütte verzeichneten Rhätgesteine erwiesen sich als Malmkalkschiefer. Es konnte ein Übergang aus den unmittelbar westlich davon aufgeschlossenen, auffallend hellfarbigen Malmkalken (vgl. S. 61) festgestellt werden. Westlich der Schäferhütte (P. 2315) geht der Erosionsrand der überschobenen Kristallinmasse des Ötztals durch.

3. Der Piz Ajüz, zwischen Val d'Ascharina und Val Torta

Im Gebiete zwischen diesen zwei Seitentälern vollziehen sich im Gebirgsbau wichtige tektonische Änderungen. Der Unterbau ist auch nördlich des Val d'Ascharina zu finden. Die Gesamtmächtigkeit der Sedimente dieses Stockwerkes nimmt sehr rasch ab bis zu einem Minimum zwischen Padavanna und Sassalm. Nach einer erneuten

kurzen Zunahme bei Mot da Müs-chel löst sich der im N dieses Gebietes in seinem sedimentären Teil nur noch durch ladinischen Dolomit vertretene Unterbau endgültig in einer Schuppenzone auf. Die Streichrichtung seiner Sedimente ist stellenweise schwankend. Dies dürfte in engem Zusammenhang mit der festgestellten unregelmäßigen Oberfläche des kristallinen Anteiles stehen. Die Schichten fallen im allgemeinen gegen S. Deutliche Faltenstrukturen sind selten. Eine solche, mit W—E gerichteter, schwach nach E einfallender Achse konnte im Val d'Ascharina in 1840 m Höhe festgestellt werden.

Im Oberbau kann die auf der Westseite von Madals festgestellte Repetition der liasischen Sedimente auch in diesem Gebiet, aber nur noch bis Padavanna-Sassalm im NE festgestellt werden. Carnien war nicht nachzuweisen. Nur der norische Dolomit, z. T. in brecciöser Ausbildung, vertritt mit dem erwähnten Lias die von Süden her übernommene Ausscheidung des Oberbaus. Der norische Anteil keilt bis zum Mot da Müs-chel vollständig aus, so daß durch den Zusammentritt beider Liaszonen eine größere Anhäufung dieser Gesteine zu einer komplexen Schuppenzone zu verzeichnen ist. Wir können annehmen, daß die große, im Oberbau vermutete und fraglich NW gerichtete Falte auf der Westseite von Madals, zwischen Val d'Ascharina und Sassalm, ausspitzt. Damit nimmt aber auch der Oberbau der Scarl-Decke ein Ende.

Die Überschiebung der Lad-Scholle hat im Gebiet des Piz Ajüz größere tektonische Komplikationen zur Folge gehabt. Der Verlauf der Grenze zwischen dem Oberbau der Scarl-Decke und der Lad-Scholle wird durch die Zwischenschaltung einer mehr oder weniger mächtigen Schuppenzone etwas unbestimmt. An Stelle einer Überschiebungsfläche liegt eine Überschiebungszone vor. Auf der Nordseite des Val d'Ascharina kann von W nach E — oder, da die Schuppen gegen E einfallen, von unten nach oben — folgende Gliederung dieser Zone gegeben werden. P. 2238,8 (SW La Chaldera) liegt an der Grenze zwischen norischem Dolomit und zugehörigem Lias des Oberbaues. Über den Liasbreccien liegt eine bis über 200 m mächtige Folge liasischer Kalke und Schiefer (vgl. S. 46, c), welche kleinere Dolomiteinspießungen aufweist. Ein Teil dieses Lias gehört sehr wahrscheinlich noch zum Oberbau; denn er läßt sich von den Liasbreccien nicht gut trennen. Die Verhältnisse innerhalb des anderen Teiles

sind noch unklar. Die große Mächtigkeit rührt vielleicht von einer durch Verschuppung bedingten Repetition der Schichten her. Eine bis 100 m mächtige Lage norischen Dolomites und Hauptdolomitbreccie folgt weiterhin darüber. Von Madals aus gesehen, erscheint sie als auffallendes, zerrüttetes Felsband, das am nördlichen Talhang von Ascharina schräg von W nach E hinunterzieht. Gegen Osten hin sind mehrfache Einschaltungen von Lias zu beobachten. Noch weiter östlich, also darüber, schiebt sich die Kalkschiefermasse des Malms als Keil zwischen die verschuppte Lage von Norien und Lias im Liegenden und die norische Dolomitmasse der Lad-Schuppe im Hangenden ein. Dieser Malm bildet die letzte nordöstliche Fortsetzung des im SW ausgeschiedenen Dachstockes. Er ist in der Bachgabel von Ascharina in größerer Mächtigkeit aufgeschlossen. Wenig nordwestlich der Bachgabel löst er sich in einzelne Schuppen auf und kann bald von dem gleich aussehenden Lias, mit dem er verfingert ist, nicht mehr unterschieden werden. Möglicherweise keilt er noch vor La Chaldèra – unter der überschobenen Masse der Lad-Schuppe ausdünnend – vollständig aus.

Zuhinterst im Val d'Ascharina, südlich des Munt Russenna, liegt das Ötztalkristallin direkt auf Malm. Zwischen den zwei erwähnten Bachästen ist er stark verfaltet und tektonisch aufgelockert. In diesem Gebiet wurden darin Rollfalten beobachtet. Da diese aber am Hang abgesackt sind, wären Messungen der Achsenrichtungen dieser Rollfalten wertlos. WSW- bis W-gerichtete Riefungen wurden in der Nähe, an sehr wahrscheinlich noch anstehendem Fels, verschiedentlich angetroffen. Rückblickend sei noch angeführt, daß wir die zwischen Oberbau und Lad-Scholle eingeschaltete, aus Lias und Norien aufgebaute Schuppenzone als rückwärtigen Teil des Oberbaues ansehen, der von diesem abgeschert und über ihn weggeschoben wurde.

An der schwer zugänglichen Westseite des Piz Ajüz ist die Überschiebung der Lad-Scholle nicht mehr durch eine so auffallende Schuppenzone unterlagert. Die im Val d'Ascharina auf dem Lias des Oberbaues liegende mächtige Zone liasischer Kalke mit ihren Breccien und kleineren Dolomiteinspießungen keilt nördlich La Chaldèra plötzlich aus (LS auf Fig. 8). Die ebenfalls dem rückwärtigen Teil des Oberbaus angehörende mächtige Dolomitlage mit Hauptdolomitbreccie keilt bis La Chaldèra sehr wahrscheinlich auch aus. Auf alle

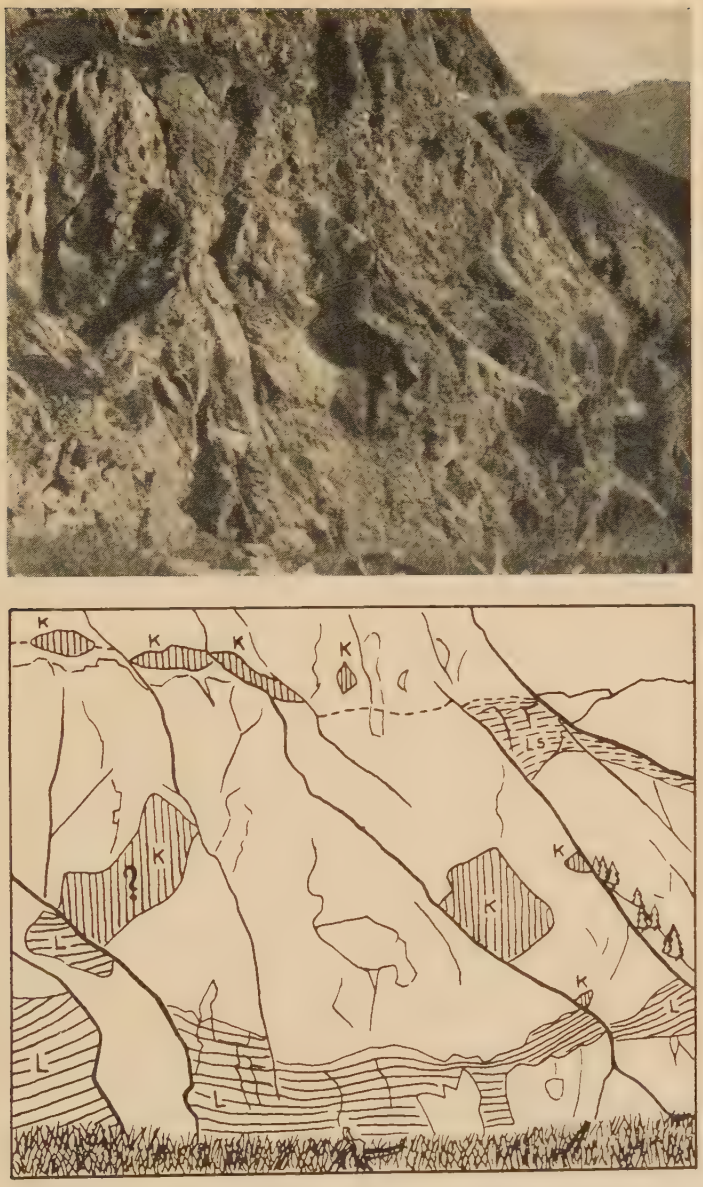


Fig. 8. **Piz Ajüz, Westwand: Überschiebungszone der Lad-Scholle**

Photographiert aus 2340 m Höhe, Blickrichtung nach Süden.
Höhenunterschied in Bildmitte etwa 100 m.

Weiß = norischer Dolomit, K = Schürflinge (kristalline und sedimentäre), L = Lias (rote und graue Schiefer und Kalke, bunte Breccie), LS = Lias (graue Kalkschiefer).

Fälle ist weiter nördlich eine Grenzziehung zwischen ihr und dem Norien der Lad-Scholle nicht leicht möglich. Somit kommen an der Ajüz-Westseite – wenn wir von den noch zu besprechenden Schürflingen absehen – der norische Dolomit des Oberbaues und der ebenfalls norische Dolomit der Lad-Scholle auf einer Strecke von etwa 400 m unmittelbar aufeinander zu liegen. Die wichtige basale Schubfläche der Lad-Scholle wird von einer durchbewegten Zone im Dolomit begleitet. In der stark zerrütteten und von Brüchen völlig durchsetzten Dolomitwand konnte eine erhebliche Anzahl von Schürflingen festgestellt werden (siehe Fig. 8). Die im Felde aufgetauchte Vermutung, daß es sich teilweise um Kristallinblöcke handeln könnte, wurde durch die Dünnschliffuntersuchung bekräftigt[12]. Die Schürflinge können einige Kubikmeter bis über zimmergroß sein. Viele zeigen am scharfen Kontakt mit dem Dolomit keinerlei tektonische Randbeanspruchung. Sie wurden kataklastisch so stark verändert, daß sogar die Dünnschliffuntersuchung Zweifel über ihre sichere Zugehörigkeit zum Kristallin nicht ganz zu beseitigen vermag. Neben diesen sehr wahrscheinlich als Kristallin-Schürflinge anzusehenden Einlagerungen kommen auch solche metamorpher Sedimente (siehe S. 29) vor, die noch von eindeutig erkennbarem verschiefertem Kalk begleitet sind (fragliche Fortsetzung der vorerwähnten, «plötzlich auskeilenden» Zone liasischer Kalke). Es ist dies der Fall bei den in Fig. 8 nahe dem oberen Bildrand sichtbaren, eher länglichen, linsenförmigen Vorkommen. Die dunklen, grünlichen Gesteine sehen den auf Seite 29 beschriebenen metamorphen carnischen Sedimenten von der Lad-Westseite recht ähnlich. Sie liegen auch in gleicher tektonischer Lage.

Am Mot da Müs-chel ist der Lias zu einer einzigen Zone verschmolzen. Der ihm weiter südwestlich eingelagerte norische Dolomit des Oberbaus ist hier ausgekeilt. Die Dolomitmasse der Lad-Scholle ruht wiederum auf einer tektonisch außerordentlich stark beanspruchten Schuppenzone (siehe S. 47/48). Wenige Meter unterhalb P. 2353 stehen eine kleinere und eine größere Linse eines grünlichen

---

12 Komponenten: Quarz, Plagioklas, Kalifeldspat mit perthitischen Entmischungsbändern, Muskovit, Biotit. Das Gestein entspricht einem Granitgneis. Struktur: Hypidiomorphkörnig, kataklastisch. Textur: massig, richtungslos.

Die Untersuchung eines weiteren Dünnschliffes aus einem anderen Schürfling ergab das Bild eines mylonitisierten Granitgneises. Struktur: granoblastisch, kataklastisch. Textur: schiefrig.

tektonisierten und stark zerbröckelnden Gesteines an. Es sind (wiederum) zwei Kristallinschürflinge[13], die den soeben beschriebenen an der Piz Ajüz-Westseite tektonisch entsprechen.

4. Der Piz Lad

Während am Piz Ajüz die Lad-Scholle aus norischen Dolomiten und Plattenkalken aufgebaut wird, besteht sie am Piz Lad (Ostseite) aus einer vollständigen Triasserie, deren Stufen zum Teil tektonisch reduziert sind. Ein komplizierter Schuppen- und Bruchbau ist das Hauptmerkmal dieses Berges. Auf ihrer Westseite ist die Lad-Scholle mit Carnien und Norien auf die relativ mächtige aus Liassedimenten aufgebaute Schuppenzone aufgeschoben, die sich vom Val d'Ascharina über Mot da Müs-chel bis hierher verfolgen läßt. Diese Schuppenzone ist nur noch im oberen Val Torta und etwas weiter nördlich davon aufgeschlossen. Weiter nordöstlich verdecken die Schutthalden der Grava Lada das Anstehende.

Alle in der Scarl-Decke im Südwesten vorhandenen und bis in unser Gebiet verfolgten tektonischen Stockwerke setzen nach und nach aus, zuletzt bei Mot da Müs-chel der Unterbau. Die erwähnte Schuppenzone liasischer Gesteine ruht somit im Val Torta direkt auf der kristallinen Unterlage, dem Oberen Gneiszug. (Näheres über den Aufbau der tektonisch äußerst gequälten Liaszone siehe Seite 48 ff.) Wir weisen hier ergänzend auf ihre Verschuppung mit einem größeren Triasdolomit-Komplex hin. Diese östlich der südlichen Bachrunse des Val Torta von etwa 2080 bis 2200 m Höhe in den Liassedimenten sich einschaltende Triasschuppe könnte als ein letzter Ausläufer des bei Mot da Müs-chel noch erkennbaren Unterbaus der Scarl-Decke angesehen werden (vgl. Fig. 9, unten links). Über dieser Zone liasischer Sedimente ruht die aufgeschobene, stark verschuppte und von Verwerfungen durchzogene Dolomitmasse des Piz Lad. An ihrer Basis, in etwa 2220 m Höhe, zieht sich eine 400 m weit gegen N verfolgbare und maximal 10 m mächtige Lage eines dunkel-

---

13 Die Dünnschliffuntersuchung ließ mit großer Wahrscheinlichkeit auf einen diaphtorischen Plagioklas-Biotit-Gneis schließen. Die Möglichkeit, daß hier ein umgewandeltes, ursprünglich sedimentäres Gestein von der Art eines schwach tonigen Quarzsandsteines vorliegt, darf in Erwägung gezogen werden.

braunen bis grünlich-schwarzen Gesteines, das auf Seite 29 als metamorphes Carnien angesprochen wurde[14].

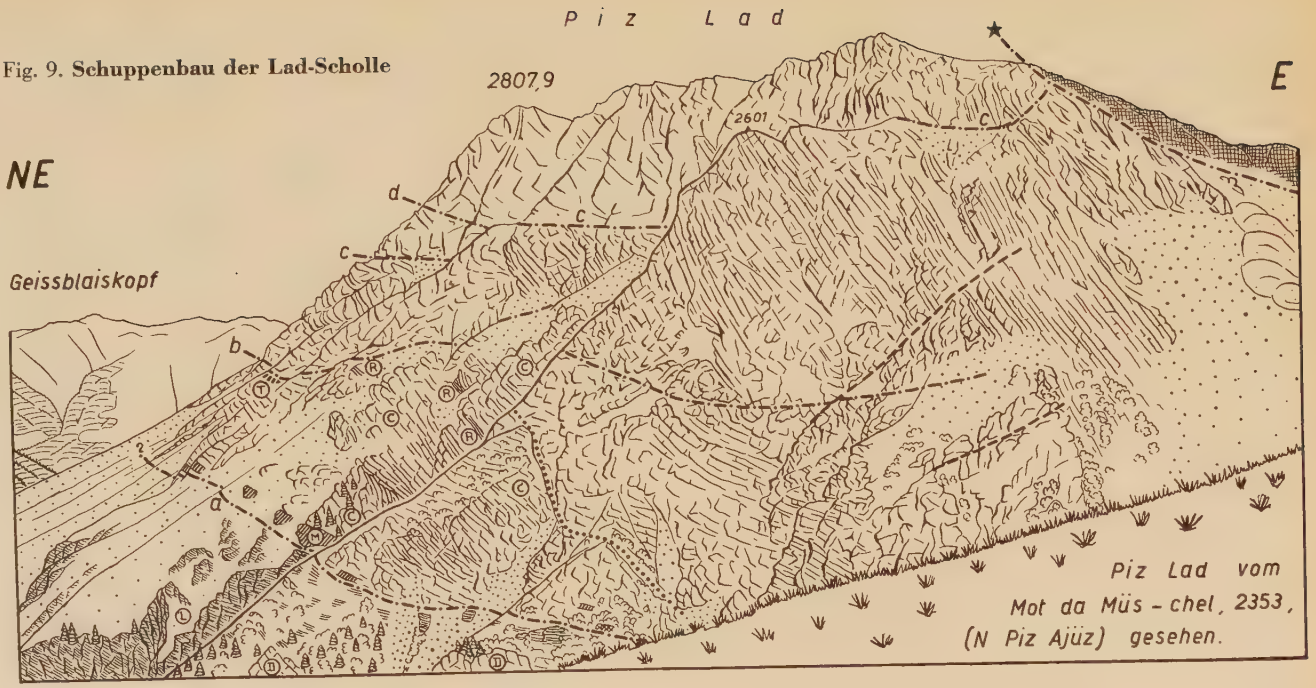
Dolomite und bunte Tonschiefer des Carnien folgen nun bis zur Überschiebung b (vgl. Fig. 9). Im Val Torta-Tobel ist in diesen Dolomiten eine Verschuppung mit deutlicher Diskordanz der einzelnen Elemente sehr gut zu sehen. Die carnischen Sedimente fallen allgemein bis 40° gegen S ein. Es wurden viele, z. T. stark abweichende Streichrichtungen gemessen; sie haben aber wahrscheinlich nur lokale Bedeutung.

Um den ganzen Piz Lad herum wird die Grenzziehung zwischen Carnien und Norien durch die im Dache des Carnien auftretende Breccie ermöglicht, welche an der Lad Nord- und Westseite tektonisch überarbeitet wurde. Diese Breccie an der Überschiebung b wurde auf Seite 30/31 beschrieben. Eine gleich aussehende Lage konnte auch im nördlichen Tobel des Val Torta im Dolomit, über den bunten Tonschiefern des Carnien festgestellt werden. Wir wagen jedoch nicht, mit Sicherheit zu entscheiden, ob sie zum gleichen tektonischen Niveau gehört. NW- bis W-gerichtete Sprünge durchziehen das Gebiet westlich und nordwestlich P. 2601. Eine sichtbare Verstellung erfolgte an der Störung in Fortsetzung des Tortabaches N P. 2601. Der Südflügel wurde um etwa 10 m nach unten versetzt.

In einem unter der Breccie liegenden Niveau lassen sich die auffälligen bunten Tonschiefer und Quarzsandsteine des Carnien ebenfalls mit Unterbrüchen um die W-, N- und E-Seite des Berges verfolgen. Breccie, bunte Schiefer und Quarzsandsteine ermöglichen als stratigraphische Niveaus weitgehend die Gliederung der Dolomitmassen und die Feststellung von Störungen. An der Nordseite des Piz Lad konnten Verwerfungen bis zu einer maximal etwa 40 m betragenden Sprunghöhe erkannt werden. Die steil einfallenden Störungsflächen verlaufen ungefähr S–N. Wo in den Dolomiten Bezugshorizonte fehlen, konnten solche Verwerfungen oft nur vermutet werden. Auch an der Ost- und besonders an der Westseite treten Störungen auf, die dem gleichen System angehören. Sie sind ungefähr

14 Angesichts des Grades der Metamorphose könnten Zweifel aufkommen, ob eine so starke Umwandlung eines Sedimentes allein durch Überschiebung zustande kommen konnte. Wir dachten deshalb auch an die Möglichkeit eines Transportes bereits metamorpher Sedimente. Die Gesteine sehen oft den Schürflingen der Ajüz-Westwand (vgl. S. 68) außerordentlich ähnlich. Beide Vorkommen liegen zudem in derselben tektonischen Bewegungszone.

Fig. 9. **Schuppenbau der Lad-Scholle**



Strichpunktierte Linien = Überschiebungen
Gestrichelte Linien = Brüche/Verwerfungen
Im Osten = überschobenes Ötztalkristallin
über b = norischer Dolomit (Hauptdolomit)
c und d = Überschiebungen im Hauptdolomit

zwischen a und b = metamorphe Raiblerschiefer (M), carnische Dolomite (C) und eingeschaltete bunte Tonschiefer (R)
punktiert = vermutliche Grenze zwischen carnischen und norischen Dolomiten
T = tektonische Breccie
a — Hauptüberschiebung der Lad-Scholle
unter a ?jurassische Kalke (L) mit Hornsteinlagen, verschuppt mit Triasdolomiten (D)

senkrecht zur Schichtung angeordnet und fallen etwa nach NNE ein. Parallel zur Schichtung, also allgemein SSW einfallend, verlaufen ebenfalls Scherflächen, so z. B. in den am steilsten einfallenden Dolomiten im Südteil des Piz Lad, oberhalb der Überschiebung c[15]. Wir versuchten, mit Hilfe von Isohypsen die Lage der Dolomitschuppen festzulegen. Die erwähnten Verstellungen erwiesen sich dabei zum Teil als stark hindernd. Deshalb müssen die Ergebnisse mit einigem Vorbehalt angesehen werden. Die tiefstgelegene Dolomitschuppe im W des Piz Lad (zwischen b und c auf Fig. 9) ist den liegenden carnischen Dolomiten aufgeschoben. Die listrische Fläche zeigt im W einen viel steileren Rand als im E. Darüber liegt die Dolomitschuppe des Lad-Grates (über c in Fig. 9) als flach gegen N abfallender Komplex. Durch Auftreten einer weiteren Störungsfläche d schiebt sich auf der ganzen nördlichen Hälfte des Piz Lad eine flache keilförmige Masse ein. Die Bewegungshorizonte lassen sich nur auf der Westseite eindeutig verfolgen, auf der Nord- und Ostseite können sie nur vermutet werden. Es lassen sich deshalb nur angenäherte Angaben über die Lage der Schuppen und damit auch über die Schubrichtungen liefern.

Der ausgeprägte Schuppen- und Schollenbau des Piz Lad bedingt somit örtliche Unregelmäßigkeiten der Schichtlage (z. B. in den carnischen Sedimenten im obersten Val Torta). Trotzdem kann eine ziemlich regelmäßige Änderung der Streichrichtung festgestellt werden, die wir als perisynklinales Einfallen bezeichnen. Auf der Westseite streichen die Schichten W–E, im Norden dreht ihr Streichen nach NW–SE, um auf der Ostseite SSE-Richtung zu erlangen. Also eine Richtungsänderung von etwa 70° bei einem Einfallen, das meist zwischen 30 und 60° schwankt.

Nördlich und nordöstlich Seslat paßt sich die Streichrichtung der Sedimente an den W–E verlaufenden Rand der An- oder Überschiebung des Ötztalkristallins an.

Auf der Lad-Ostseite, im Verbreitungsgebiet anisischer bis carnischer Sedimente, treten Klüfte und Verwerfungen in großer Zahl und in bestimmten Richtungen angeordnet auf. Diese Schar von

---

15 Von Mot da Müs-chel oder vom Piz Ajüz aus sind die Überschiebungen c und d sowie diejenige des Ötztalkristallins sehr gut zu sehen. Über c hat die gesamte Dolomitmasse des Lad-Grates eine auffallend hellere Farbe als die darunter liegenden Dolomite.

Fig. 10. **Ostseite des Piz Lad**

Verwerfung, Überschiebungen

Ötztal-Kristallin

Hauptdolomit (Norien)

Dolomite, bunte Tonschiefer und Dolomitbreccien (Carnien)

Triasdolomit (? Ladinien)

Kalke und Dolomite (Anisien)

Dolomitische Quarzsandsteine (Permo-Werfénien)

Störungen ist in der Nähe einer langen, markanten SSW–NNE gerichteten Diagonalverwerfung anzutreffen. Diese setzt nördlich Seslat ein und läßt sich bis in das Kristallin in Richtung Mutzwiesen verfolgen (vgl. Fig. 10). Ihre Sprunghöhe konnte nicht mit Sicherheit ermittelt werden. Sie ist vermutlich klein. Viele Sprünge des erwähnten Systems sind Längsverwerfungen, streichen also annähernd wie die Sedimente, d. h. etwa NW–SE[16]. Andere weisen kleinere Abweichungen in ihrer Streichrichtung auf (NNW–SSE). Alle diese Störungen konzentrieren sich auf das Gebiet östlich der auf längerer Strecke sichtbaren Verwerfung (auf Fig. 10 links davon und in halber Höhe, im Ladinien und Carnien, aus zeichnerischen Gründen nicht eingetragen). In diesem Gebiet treten auch Riefungen auf, deren Richtungen mit NNW und NNE gut mit den beobachteten des Verwerfungssystems im Einklang stehen. Auffallend sind im Streichen der Schichten angelegte «Mulden», welche in engem Zusammenhang mit den Verwerfungen stehen. Sie können bequem am horizontalen Weg[17] in 2170 m Höhe beobachtet werden. (Eine solche «Mulde» ist auf Fig. 3 zu sehen, von der Bildmitte gegen die linke untere Ecke ziehend.) Der ganze Osthang des Piz Lad ist – wie Chr. Tarnuzzer (1909) richtig erkannte – «von einem wilden Trümmermeer an Klüften abgesunkener, verstürzter und verbrochener Kalkmassen[18], die häufig als riesenhafte Treppen und Gesimse an den Abhängen hervorstehen», umsäumt. Klaffende Brüche können vor allem im Bereich der carnischen Breccie da und dort angetroffen werden (vgl. S. 34/35). Das Gebiet befindet sich noch heute in Bewegung.

Ausblick

Die in unserer Gebirgsgruppe beobachteten Strukturen lassen weder eine Phasenfolge der verschiedengerichteten Massentransporte erkennen, noch kann mit Sicherheit entschieden werden, welche

16 Eine etwa 80 m lange, vollständig glatte Störungsfläche ist im carnischen Dolomit auf etwa 2245 m Höhe zu sehen, am Pfad, der, an der Sedimentgrenze im S bei 2170 m abzweigend, an der Lad-Ostseite hinaufführt. Sie streicht N 148 E und fällt mit 56° gegen SW ein.

17 Siehe S. 31.

18 Es sollte statt «Kalkmassen» richtiger «Dolomitmassen» heißen.

Schubrichtungen als hauptsächlich, welche als untergeordnet und mehr lokaler Natur anzusehen sind.

Wie in anderen Teilen der Unterengadiner Dolomiten, so lassen sich auch in unserem Gebiet verschiedene Bewegungsrichtungen erkennen. Eine saubere Trennung derselben ist jedoch nicht möglich. Es liegen sehr oft Abweichungen von den generellen Richtungen vor. Daß in unserem komplex gebauten Gebiet solche Unregelmäßigkeiten zu erwarten sind, ist selbstverständlich. Im Unterbau der Scarl-Decke ist zunächst auf die wellenförmige Struktur des Oberen Gneiszuges[19] aufmerksam zu machen, welche sicher nicht mit den Strukturen der darüberliegenden Sedimente übereinstimmt. In diesen wurden ENE, vereinzelt auch W–E streichende Faltenachsen gemessen, was einem Schub aus SSE bis S entspricht. Im Oberbau der Scarl-Decke weist andererseits die große, als nordöstliche Fortsetzung der Raiblermulde zwischen den S-chalambert-Gipfeln angenommene Falte auf eine aus Südosten erfolgte Bewegung hin. Im Einklang damit steht die allgemeine Streichrichtung der Sedimente mit südöstlichem Einfallen der Schichten. Der Dachstock weist — an den Stellen, wo er nicht zu stark von der überschobenen Ötztalmasse in Mitleidenschaft gezogen wurde — dem Oberbau weitgehend ähnliche Strukturen auf. Da dem größeren Teil der Lad-Scholle ein sichtbarer Faltenbau fehlt, muß versucht werden, auf Grund von Schubflächenlage, Rutschstreifenverlauf und — mit einigem Vorbehalt — aus der Lage der Schichten selbst, die Bewegungsrichtungen wenigstens annähernd zu ermitteln. Auf einen aus S erfolgten Schub weisen nebst den südfallenden Sedimenten, die ungefähr parallel den Schichtflächen erfolgten Verstellungen und vielleicht die kleineren, dazu senkrechten, nach N einfallenden Bruchflächen hin. Die Lage der Schollen dagegen läßt, obwohl nicht sehr genau, auf eine gegen NW erfolgte Bewegung schließen. Für einen Schub in westlicher Richtung sprechen die W–E gerichteten Rutschstreifen in den Dachstocksedimenten und die postulierte Blattverschiebung im obersten Val d'Ascharina. Das Ötztalkristallin wurde sehr wahrscheinlich aus E bis SE über die Sedimente der Scarl-Decke und Lad-Scholle geschoben. Es ergaben sich keine Anhaltspunkte für einen aus E bis NE erfolgten Schub, wie er von G. Burkard (1953) angenommen wurde.

---

19 Vgl. S. 56.

Mit den von H. Eugster (1923) für das südwestlich anschließende Gebiet der Scarl-Decke gemachten Feststellungen herrscht insofern Übereinstimmung, als auch in unserem Gebiet ein SE–NW-Schub angenommen werden kann. H. P. Cornelius (1942) bemerkt auf Grund von Messungen in den Bündnerschiefern des Fensterinnern, daß keine NE-gerichteten, der Achse der Fensteraufwölbung parallel verlaufende Kleinstrukturen in den Bündnerschiefern des Fensterinnern zu finden seien. Er stellt vielmehr E–W gerichtete Falten (daneben NNW-streichende Falten und Streckungsachsen) fest, welche auf eine S–N-gerichtete Bewegung der ostalpinen Hauptphase deuten. Wir hegen auf Grund von Beobachtungen im angrenzenden Bündnerschiefer-Gebiet Zweifel, ob die Angaben von H. P. Cornelius sich auf eine genügende Anzahl von Messungen stützen.

S–N- bis ? SW–NE-gerichtete Kräfte könnten im Unterbau — transportierte Strukturen vorbehalten (S. 56) — mit der Wellung des Oberen Gneiszuges in Zusammenhang stehen. Fragliche Anhaltspunkte für einen lokalen Schub aus S liegen nur in der Streich- und Fallrichtung der Sedimente der Lad-Scholle und den parallel dazu erfolgten Verstellungen vor. Es kann sich aber sehr wohl um eine transportierte Struktur handeln, muß doch eine Herkunft der Schuppen in dieser Scholle und damit auch der ganzen Scholle ungefähr aus SE angenommen werden. Die von Cornelius im Penninikum gemessenen Richtungen finden somit vorläufig keine Parallelen in unserem Gebiet.

Die Lad-Scholle gehört nach unserer Auffassung zur Decke der Unterengadiner Dolomiten (Scarl-Decke). Den Vergleichen ostalpiner Triasserien kommt infolge der rasch wechselnden Fazies karbonatischer Ablagerungen nur beschränkter Wert zu (Cadisch, 1953). Vergleichen wir trotzdem die Sedimente der Lad-Scholle mit anderen oberostalpinen Sedimenten, so ergibt sich, daß die kleinen Faziesunterschiede zwischen Scarl-Decke und Lad-Scholle eine Zuordnung dieser zur Decke der Unterengadiner Dolomiten ohne weiteres rechtfertigen. Die Beziehungen zwischen der Serie des Piz Lad und des Jaggl (Endkopf) sind etwas weniger enge. Immerhin kann sehr wohl an eine Herkunft der Sedimente aus dem gleichen Ablagerungsraum gedacht werden. Erst eine neuere Bearbeitung des Jaggl würde es ermöglichen, Positiveres auszusagen. Wir halten es auf Grund wiederholter Begehungen für wahrscheinlich, daß im komplex aufge-

bauten Jaggl bei einer Neubearbeitung verschiedene Altersgrenzen anders zu legen wären. Dies könnte auch für die Deutung der Tektonik dieser dem Kristallin aufruhenden und örtlich damit verschuppten Sedimentscholle von Belang sein.

Die Schichtfolge der Scarl-Decke stellt unzweifelhaft die normale ursprüngliche Sedimentüberdeckung des Oberen Gneiszuges und des Uina-Kristallins dar (H. Eugster, 1923), der nach den neuesten Untersuchungen von E. Wenk gegen Westen hin ohne Unterbruch mit dem Silvretta-Kristallin zusammenhängt. Andererseits gehören Silvretta- und Ötztalkristallin als größte oberostalpine Schubmassen sehr nahe zusammen. Ihre Grenze fällt in den Bereich des Fenstergewölbes. Wir müssen deshalb die von W. Hess (1953) vertretene Ansicht, die Scarl-Decke sei als mittelostalpin zu betrachten, entschieden zurückweisen, ganz abgesehen davon, daß durch eine solche Zuteilung des gesamten Oberostalpins zum Mittelostalpin die Überflüssigkeit des letzteren Begriffes neuerdings dokumentiert wird. Die Decke der Unterengadiner Dolomiten (Scarl-Decke) und ihre höhere Abspaltung, die Lad-Scholle, gehören somit zum Oberostalpin.

ANHANG

Oberkreideforaminiferen im Bündnerschiefer von Raschvella bei Strada (Unterengadin)

Nach Abschluß der vorliegenden Dissertation untersuchte der Autor gemeinsam mit Dr. Fr. Allemann einige Dünnschliffe von Bündnerschiefern aus der Gegend von Raschvella. Wir erachten die Ergebnisse als wichtig genug, um sie nachstehend in aller Kürze bekanntzugeben.

Im Jahre 1910 gelang es W. Paulcke, in einer mittelkörnigen quarzsandigen Breccie der Bündnerschiefer des Piz Roz einen «Orbitoides» aufzufinden, den er auch abbildete (Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, 1910, Nr. 1). Der Autor nahm

an, es handle sich um eine Orthophragmina, und folgerte, daß Alttertiär vorliegen müsse. R. J. SCHUBERT (Verh. k.k. Reichsanstalt Wien, 1910) bezweifelte die Richtigkeit dieser Altersbestimmung. In unmittelbarer Nähe unseres Gebietes hatte W. SCHILLER schon 1906 Lithothamnien bei P. 1111 SSE Seraplana gefunden und auf posttriadisches Alter dieser Schichten geschlossen. Er fügt hinzu: «Wahrscheinlich Kreide oder Tertiär.»

Unser Fund wurde auf der gegenüberliegenden Innseite unterhalb Raschvella gemacht. Es ist von Interesse, festzustellen, daß SCHILLER von dieser Stelle «eine petrographisch ähnliche Bank, freilich ohne Organismen» anführt, die mit großer Wahrscheinlichkeit mit der unsrigen identisch ist. Der Aufschluß unserer Fundstelle befindet sich etwa 250 m NW Raschvella, wo das Sträßchen, das zum Weiler führt, eine Kurve beschreibt, in 1120 m Höhe.

Die Foraminiferen wurden in einer zwei Dezimeter mächtigen polygenen Feinbreccienbank gefunden, welche zwischen «gewöhnlichen» Bündnerschiefer (d. h. grauem dichtem rekristallisiertem Kalk in dezimeterdicken Bänken, mit eingeschalteten schiefrigen Lagen) eingelagert ist.

Mein Freund Dr. FR. ALLEMANN machte mich an Ort und Stelle auf die Breccienbank aufmerksam und bestimmte nachher in liebenswürdiger Weise die darin enthaltene Fauna, wofür ihm an dieser Stelle herzlich gedankt sei.

Der Dünnschliff zeigt eine polygene Feinbreccie mit Calcit, Quarz und Feldspat (z. T. zersetzt) sowie wenig Glimmer als Komponenten. Der Zement ist kalkig. Folgende Foraminiferen konnten erkannt werden:

Orbitoides media D'ARCH.
Siderolites calcitrapoides LAM.
Siderolites aff. vidali DOUV.,

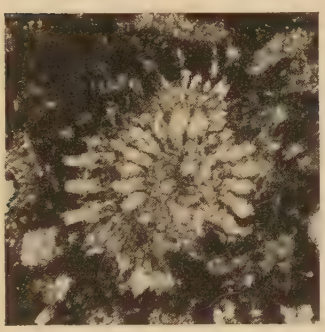
ferner nicht näher bestimmbare Orbitoiden, Textularien, kleine rotaloide Foraminiferen (ähnlich Miscellanea), ? *Operculina sp.*, Bryozoen, Lithothamnien, Echinodermenbruchstücke, Crinoidenstielglieder. Das Alter dieser Bank ist somit als Campanien-Maestrichtien festgelegt. Nach ALLEMANN ist das Schliffbild von dem altersäquivalenter Feinbreccien aus dem Prätigau-, Vorarlberger-

oder Triesner-Flysch (Gyrenspitz-Eggberg- bzw. Planknerbrücke-Serie) nicht zu unterscheiden.

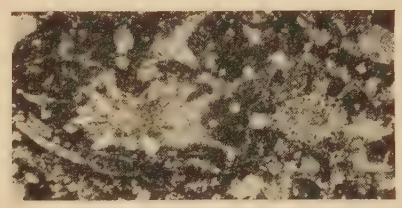
Die fossilführende Gesteinsbank konnte (bis jetzt ohne Leitfossilien) mit Unterbrüchen über das Val Torta bis auf 1300 m am NW-Rand von «Mot» verfolgt werden, wo sie auffällig aus dem Grase ragt. An dieser Stelle ist sie gröber als bei Raschvella und führt viel Glimmer.

Unsere Fossilfundstelle liegt im Bündnerschiefer, 150 bis 200 m im Liegenden der Ophiolithe.

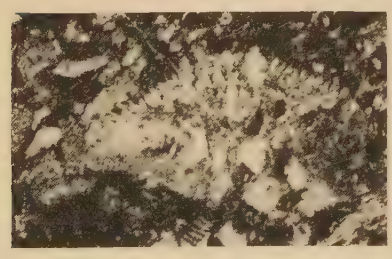
Mit dem nunmehr beschriebenen Fossilfund ist erstmalig ein eindeutiger Altersnachweis im Bereiche der eigentlichen Bündnerschiefer des Unterengadiner Fensters gelungen.



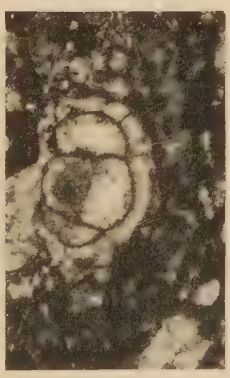
1



2



3



4

5

Fig. 11

1) *Siderolites calcitrapoides* Lam., schiefer Äquatorialschnitt. Vergr. 22×.
2) *Siderolites calcitrapoides* Lam., Bruchstück. Axialer Schnitt mit Stachel (links). Vergr. 15×.
3) *Siderolites aff. vidali* Douv. Vergr. 27×.
4) Schnitt durch Embryonalapparat von *Orbitoides media* d'Arch. mit einigen Äquatorial- und Lateralkämmerchen. Vergr. 35×.
5) Bruchstück von *Orbitoides sp.* Vergr. 22×.

Literaturverzeichnis

Ampferer, O., und Hammer, W. (1911): Geologischer Querschnitt durch die Ostalpen vom Allgäu zum Gardasee. Jb. der k.k. geol. R.-A. 61.

Bearth, P. (1932): Die Diabasgänge der Silvretta. Schweiz. min. petr. Mitt. 12.

Blumenthal, M. (1935): Zur Mechanik der Reliefüberschiebung. Eclogae geol. Helv. 28, 2.

Boesch, H. (1936): In Alpenpostführer «Ofenberg»: Lage und Oberflächengestalt, Geologie. Schweiz. Postverwaltung (Bern).

— (1937): Geologie der zentralen Unterengadiner Dolomiten zwischen Ofenpaßhöhe und V. Laschadura. Inaug.-Diss. Univ. Zürich.

Burkard, G. (1953): Geologische Beschreibung der Piz S-chalambert-Gruppe. Inaugural-Diss. Univ. Bern.

Cadisch, J. (1932): Die Schichtreihe von Ardez (Steinsberg) im Unterengadiner Fenster. Eclogae geol. Helv. 25, 1.

— (1934): Exkursion Nr. 95. Umgebung von Schuls (Unterengadiner Fenster). Geol. Führer d. Schweiz, 14.

— (1948): In Alpenpostführer «Unterengadin»: Geologie. Schweiz. Postverwaltung (Bern).

— (1951): Prätigauer Halbfenster und Unterengadiner Fenster, ein Vergleich. Eclogae geol. Helv. 43, 2.

— (1953): Geologie der Schweizeralpen. 2. Aufl. (Wepf, Basel).

Cornelius, H. P. (1928): Zur Auffassung des westlichen Ostalpenrandes. Eclogae geol. Helv. 21.

— (1942): Zur Kleintektonik im «Unterengadiner Fenster» (Ostalpen). Berichte des Reichsamtes für Bodenforschung, 1/3.

Eugster, H. (1923): Geologie der Ducangruppe (Gebirge zwischen Albula und Landwasser). Beitr. geol. Karte d. Schweiz, N.F. 49, 3.

— (1923a): Der Ostrand des Unterengadinerfensters. Eclogae geol. Helv. 18, 2.

Geologischer Führer der Schweiz (1934) (Wepf, Basel).

Grunau, H. (1947): Geologie von Arosa (Graub.) mit besonderer Berücksichtigung des Radiolaritproblems. Inaug.-Diss. Univ. Bern.

Hammer, W. (1908): Beiträge zur Geologie der Sesvenna-Gruppe, II. Der Westrand der Ötztalermasse. Verh. k.k. geol. R.-A. 4.

— (1910): III. Über das Vorkommen von Trias und Jura im Rojental. Ebenda 3.

Hammer, E., und Ampferer, O. (1911): Geologischer Querschnitt durch die Ostalpen vom Allgäu zum Gardasee. Jb. k.k. geol. R.-A. 61.

— (1911a): Die Schichtfolge und der Bau des Jaggl im oberen Vintschgau. Ebenda.

— (1912): Erläuterungen zur Geologischen Karte etc., Nr. 66, Glurns und Ortler. K.k. geol. R.-A. (Wien).

— (1915): Das Gebiet der Bündnerschiefer im tirolischen Oberinntal. Jb. k.k. geol. R.-A. 64.

— (1915a): Die basische Fazies des Granites von Remüs (Unterengadin). Verh. k.k. R.-A. 15/16.

— (1922): Geologischer Führer durch die Westtiroler Zentralalpen. (Berlin.)

Hammer, E., und Ampferer, O. (1923): Erläuterungen zur Geol. Spez.-Karte der Republik Österreich, Blatt Nauders (5245).
— (1927): Note illustrative della Carta Geologica delle Tre Venezie, Foglio Passo di Resia. Uff. idrogr. R. Magistr. Acque, sez. geol. Padova.
— (1931): Zur Umgrenzung der Ötztaler Alpen als Schubdecke. Verh. geol. B.-A. 8.

Hegwein, W. (1927): Beitrag zur Geologie der Quatervalsgruppe im Schweiz. Nationalpark (Graubünden). Inaug.-Diss. Univ. Bern (Manuskript).

Heim, A. (1922): Geologie der Schweiz.

Heritsch, F. (1912): Das Alter des Deckenschubes in den Ostalpen. Sitz.-Ber. k.k. Akad. Wiss. 71.

Heß, W. (1953): Beiträge zur Geologie der südöstlichen Engadiner Dolomiten zwischen dem oberen Münstertal und der Valle di Fraéle (Graub.). Eclogae geol. Helv. 46, 1.

Inhelder, H. (1952): Zur Geologie der südöstlichen Unterengadiner Dolomiten zwischen S-charl, Ofenpaßhöhe, Sta. Maria und Müstair (Graub.). Inaug.-Diss. Univ. Zürich.

Leupold, W. (1920): Die Schichtreihe der ostalpinen Trias in Mittelbünden. Mitt. Naturf. Ges. Bern. 1919.
— (1920a): Der Gebirgsbau des unteren Landwassertales in Mittelbünden. Inaug.-Diss. Univ. Bern (Manuskript).
— (1934): Gemeinsame Einleitung zu den Exkursionen 92, 93 und 94 (Unterengadiner Dolomiten), in: «Geolog. Führer der Schweiz»; dazu Exkursionen: 92 A: Zernez–Ofenpaß–Sta. Maria im Münstertal — 93: Sta. Maria–Umbrailpaß–Stilfserjoch — 94: Cierfs–Scarl–Schuls.

Richter, M. (1923): Der Nordrand der oberostalpinen Geosynklinale. Zeitschr. der Deutschen Geol. Ges. 75.
— (1929): Zum Problem der alpinen Gipfelflur. Zeitschr. für Geomorphologie, 4.
— (1930): Der Ostalpine Deckenbogen. Eine neue Synthese zum alpinen Deckenbau. Jb. geol. B.-A. 80.

Schaffer, F. X. (1951): Geologie von Österreich. (Wien.)

Schiller, W. (1904): Geologische Untersuchungen im östlichen Unterengadin, I. Lischannagruppe. Ber. naturf. Ges. Freiburg i. Br.
— (1906): Geologische Untersuchungen im östlichen Unterengadin, II. Piz Lad-Gruppe. Ber. naturf. Ges. Freiburg i. Br.

Spitz, A., und Dyhrenfurth, G. (1914): Monographie der Engadiner Dolomiten zwischen Schuls, Scanfs und dem Stilfserjoch. Beitr. geol. Karte d. Schweiz N.F. 44.

Spitz, A (1919): Fragmente zur Tektonik der Westalpen und des Engadins. Verh. geol. R.-A.

Staub, R. (1916): Zur Tektonik der südöstlichen Schweizeralpen. Beitr. zur geol. Karte d. Schweiz, N.F. 46.
— (1919): Über das Längsprofil Graubündens. Vierteljschr. Naturf. Ges. Zürich.
— und Cadisch, J. (1921): Zur Tektonik des Unterengadiner Fensters. Eclogae geol. Helv. 16.
— (1924): Der Bau der Alpen. Beitr. zur geol. Karte d. Schweiz. N.F. 49.

Staub, R. (1937): Geologische Probleme um die Gebirge zwischen Engadin und Ortler. Denkschr. schweiz. naturf. Ges. 72.

Tarnuzzer, Chr., und Grubenmann, U. (1909): Beitrag zur geol. Karte der Schweiz. N.F. 23.

Termier, P. (1903): Sur la structure des Alpes Orientales. C. r. séances de l'Acad. des Sciences.

Theobald, G. (1864): Geologische Beschreibung von Graubünden. Beitr. zur geol. Karte d. Schweiz. Liefg. 2.
(1866): Die südöstlichen Gebirge von Graubünden. Beitr. zur geol. Karte d. Schweiz. Liefg. 3.

Trümpy, D. (1912): Zur Tektonik der untern ostalpinen Decken Graubündens. Vierteljschr. naturf. Ges. Zürich, 58.

Wenk, Ed. (1934): Beiträge zur Petrographie und Geologie des Silvrettakristallins (Graub.). Schweiz. Min. u. Petr. Mitt. 14.
— (1934a): Der Gneiszug Pra Putèr–Nauders im Unterengadin und das Verhältnis der Umbraildecke zur Silvretta/Ötztaldecke. Eclogae geol. Helv. 27, 1.

Karten

Landeskarte der Schweiz 1 : 50 000. Blatt 249: Tarasp, Blatt 249bis: Rèsia-W.
Geologische Spezialkarten, herausgegeben von der Schweiz. Geol. Kommission:

Nr. 58 Unterengadin 1 : 50 000 (U. Grubenmann, Ch. Tarnuzzer), 1910.

Nr. 72 Engadiner Dolomiten 1 : 50 000 (A. Spitz und G. Dyhrenfurth), 1915.

Nr. 78 Tektonische Karte der südöstlichen Schweizeralpen 1 : 250 000 (R. Staub), 1916.

Nr. 105 A und B. Tektonische Karte der Alpen mit Profilen 1 : 1 000 000 (R. Staub), 1924.

Geologischer Atlas der Schweiz 1 : 25 000. Blatt 14: Ardez (J. Cadisch, P. Bearth, F. Spaenhauer), 1941.

Geologische Spezialkarten der österr.-ungarischen Monarchie 1 : 75 000, herausgegeben von der k.k. geol. R.-A. (Wien):
Nr. 66 Glurns und Ortler, 1912.

Geologische Spezialkarte der Republik Österreich 1 : 75 000. Blatt 5245: Nauders, 1923.

Carta geologica delle Tre Venezie 1 : 100 000. Uff. idrograf. R. Magistr. alle Aque: Foglio Passo di Rèsia, 1924.

Geologische Karte der Lischannagruppe 1 : 50 000 (in Lit. W. Schiller), 1904.

Geologische Karte der Piz Lad-Gruppe 1 : 50 000 (in Lit. W. Schiller), 1906.

Geologische Karte des Jaggl 1 : 25 000 (in Lit. W. Hammer), 1911b.

Curriculum vitae

Am 22. September 1923 wurde ich, Georges Torricelli, als Sohn des Alfred und der Alma, geb. Clericetti, in Lugano geboren. Dort besuchte ich von 1930 bis 1935 die Primarschule und alsdann während eines Jahres das Progymnasium. Die restlichen Schuljahre absolvierte ich am Freien Gymnasium in Bern, wo ich 1944 das Maturitätszeugnis, Typus C, erwarb. Anschließend immatrikulierte ich mich an der Philosophisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Bern. Vom Sommer 1949 bis und mit Winter 1954/55 arbeitete ich an der vorliegenden Dissertation und bestand die Prüfungen in den Nebenfächern Mineralogie/Petrographie, Palaeontologie und Chemie.

Vorlesungen und Übungen besuchte ich bei folgenden Herren Professoren und Dozenten: W. Brückmann, R. Buser, J. Cadisch, W. Feitknecht, H. Greinacher, H. Günzler-Seiffert, H. Huttenlocher †, M. Reichel (Basel), R. Rutsch, R. Signer, A. Streckeisen.